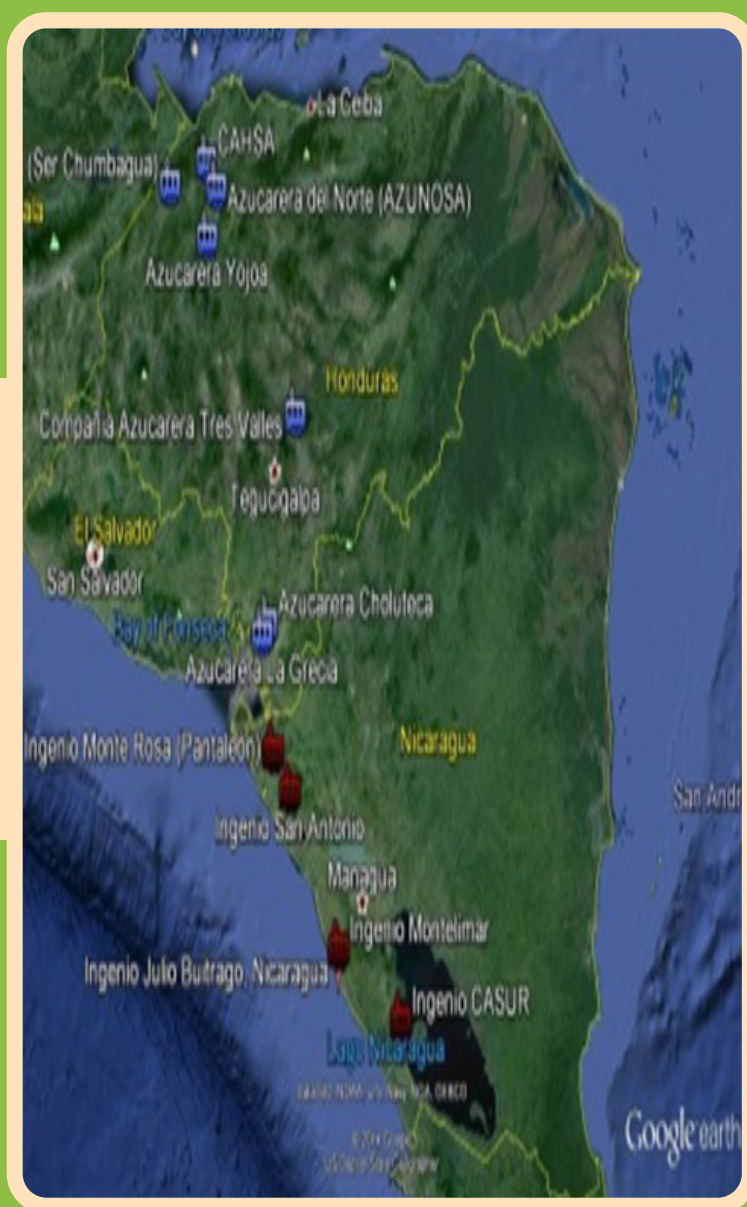
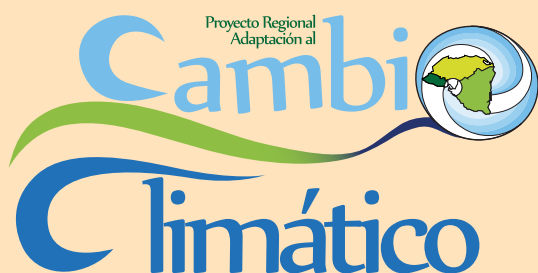




2015
Año Europeo
Para el desarrollo

4

*Valoración de costos socio-ambientales en rubros:
agrícolas, pesqueros y acuícolas en el Golfo de Fonseca
Instrumento para la sensibilización de actores económicos*



nuestro mundo
nuestra dignidad
nuestro futuro



Director de proyecto
Carlos Rivas Leclair
crleclair@ns.uca.edu.ni

Coordinador de El Salvador
Rubén Quintanilla
dfunsal@funsalprodesse.org.sv

Honduras-ADEPES
Javier Casco
adepespespire@yahoo.com

Portugal-OIKOS
Maite Couvreure
coord.nicaragua@oikos.pt

Coordinador general
Juan Ramón Bravo Moreno
jbravo@ns.uca.edu.ni

Coordinador de Honduras
Luis Manuel Ochoa
icadesur@yahoo.com

Nicaragua-Nitlapan
Mario Naira
marionaira235@hotmail.com

Italia-GVC
Flavia Pugliese
flavia.pugliese@gvc-italia.org

Documento elaborado por:

MSc. Welbin Romero Jirón

MSc. Nelvia del Socorro Hernández. Instituto CIDEA-UCA, Nicaragua.

Colaboradores:

Juan Ramón Bravo Moreno. Instituto CIDEA-UCA, Nicaragua.

Eufresia Balladarez. Instituto CIDEA-UCA, Nicaragua.

Zunilda del C. Castellanos C. Instituto CIDEA-UCA, Nicaragua.

Diseño de portada:

Elías Josué Rivera Rodríguez

Cita sugerida

Romero Jirón W. & Hernández N. 2015. Título del estudio: “Valoración de costos socio-ambientales en rubros agrícolas, pesqueros y acuícolas en el Golfo de Fonseca: Instrumento para la sensibilización de actores económicos”. Proyecto cambio climático del Golfo de Fonseca (DCI-ENV/2010/256-823). Co-financiado por la Unión Europea; Universidad Centroamericana, Nicaragua (Instituto CIDEA e Instituto Nitlapan); Funsalprodesse, El Salvador; ICADE y ADEPES, Honduras; OIKOS, Portugal y GVC, Italia. Managua.

Se permite la reproducción total o parcial, siempre que se respeta la cita bibliográfica.

Este documento se ha realizado con la ayuda financiera de la Comunidad Europea. El contenido es responsabilidad exclusiva del Instituto CIDEA-UCA, Nitlapan, Funsalprodesse, ICADE, ADEPES, OIKOS y GVC, de modo alguno debe considerarse que refleja la posición de la Unión Europea.



ÍNDICE

I- INTRODUCCIÓN	3
II- MARCO TEÓRICO.....	5
2.1- VALORACIÓN AMBIENTAL.....	5
2.2- BIENES Y SERVICIOS PROVISTOS POR LOS RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES	5
2.3- EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MEDIO AMBIENTE	7
2.4- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS COSTOS AMBIENTALES	9
2.5- CONTABILIDAD DE LA GESTIÓN AMBIENTAL.....	13
2.6- METODOLOGÍA PARA ESTIMAR EL VALOR ECONÓMICO DE COSTOS AMBIENTALES	17
2.7- EL DETERIORO AMBIENTAL COMO EXTERNALIDAD	18
2.8- EL PAPEL DEL GOBIERNO COMO ADMINISTRADOR DE LOS BIENES PÚBLICOS	19
2.9- INTERNALIZACIÓN DE COSTOS AMBIENTALES.....	20
III. MARCO METODOLÓGICO GENERAL	21
IV. RESULTADOS.....	23
4.1- CAMBIO CLIMÁTICO Y HUELLA HÍDRICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUENCAS DEL GOLFO DE FONSECA: LOS CASOS DE LA AZUCARERA LA GRECIA S. A. DE C. V. EN HONDURAS E INGENIO MONTE ROSA EN NICARAGUA.	23
4.2- INTERNALIZACIÓN DE COSTOS DE LA PESCA ARTESANAL POR ADAPTACIÓN A LA DISMINUCIÓN DE PESCA EN LA BAHÍA DE LA UNIÓN DE EL SALVADOR.	68
4.3- DESECHOS DE PLÁSTICO DE LA PRODUCCIÓN MELONERA DE HONDURAS EN CUENCAS VINCULADAS AL GOLFO DE FONSECA	89
4.4- EXTERNALIDADES SOCIO AMBIENTALES DEL CULTIVO DE MANÍ EN NICARAGUA	110
4.5- INTERNALIZACIÓN DE COSTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN CAMARONERA EN EL RÍO ESTERO REAL, CHINANDEGA, NICARAGUA.	141
4.6- LOS RIESGOS AMBIENTALES DE LA UTILIZACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SANDIA EN EL SALVADOR EN CUENCAS VINCULADAS AL GOLFO DE FONSECA.....	177
4.7- EXTERNALIDADES SOCIO-AMBIENTALES DE LA INDUSTRIA SALINERA EN LA BAHÍA DE LA UNIÓN DEL GOLFO DE FONSECA DE EL SALVADOR	207
BIBLIOGRAFÍA.....	221

I- INTRODUCCIÓN

Los efectos adversos del cambio climático se ven exacerbados cuando los sistemas naturales y sociales no cuenta con el nivel de resiliencia que les permite, una vez recibido el impacto, mitigar los efectos y volver a su estado inicial. La pérdida de resiliencia en los sistemas naturales muchas veces está asociada al aprovechamiento intensivo de los bienes y servicios que los sistemas naturales proporcionan.

En el sistema estuarino y cuenca baja del Golfo de Fonseca se desarrollan diversas actividades tales como pesquerías, camaronicultura, salineras, cultivos intensivos de maní, caña de azúcar, sandía, melón, transporte acuático, entre otras actividades, que en su conjunto pueden llevar a que la resiliencia del sistema estuarino sea disminuida y por tanto más vulnerable a los efectos del cambio climático.

Es por ello y en aras de lograr un cambio de comportamiento en los actores económicos, que se ha propuesto desarrollar un análisis económico, que considere el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios ambientales. Se espera que la construcción participativa y la divulgación de los resultados ejerzan una función sensibilizadora en los actores económicos ubicados en el Golfo de Fonseca de Honduras, Nicaragua y El Salvador.

Para ello se seleccionaron siete rubros de mayor importancia económica (agrícola y acuícola) en el Golfo de Fonseca, donde en conjunto con comunitarios, profesionales y algunas Unidades Ambientales de las empresas, se estableció un proceso de generación y construcción de conocimiento que permitió, documentar impactos ambientales vinculados al rubro productivo, discutir medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, y sobre todo lograr cambios de visión ante la necesidad de mantener estables los diferentes flujos de los sistemas naturales y sociales.

La selección de rubros objetos de estudios se hizo de acuerdo a los resultados de mapeo de actores económicos, donde el consorcio de instituciones responsables del proyecto seleccionó tres rubros por país. Cada rubro seleccionado representa gran importancia tanto por su aporte económico para el Golfo de Fonseca, como por su potencial impacto ambiental adverso que pueden generar en la zona.

Para cada rubro seleccionado se elaboró una matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente y el clima de manera que permitiera identificar aspectos sensibles de análisis desde el ámbito social, ambiental, disponibilidad de información y accesibilidad de los actores económicos.

Tal como se indica en su objetivo, este trabajo parte del interés de trabajar con los sectores económicos del Golfo de Fonseca, a través de un proceso formativo, es decir vinculado a los procesos de culminación de estudios de estudiantes de pregrado y/o posgrados, y participativo, esto implicó la participación de los actores económico en todo el proceso, de manera que además de generar información a las empresas para establecer sus planes de gestión ambiental se posibilitó la adquisición de experiencia de los estudiantes.

Los instrumentos de valoración ambiental, desafortunadamente, todavía no se ven como un instrumento de trabajo que ayuda a reducir costos y mitigar efectos adversos, es por ello, que el apoyo de algunos actores económicos para generar y validar información fue muy limitado.

El objetivo de realizar la valoración económica donde se considere el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios ambientales de siete rubros económicos (caña de azúcar, cultivo de camarón marino, maní, sandía, melón, producción sal y pesca artesanal) en el Golfo de Fonseca, fue posible a través de los siguientes estudios:

- Cambio climático y huella hídrica de la caña de azúcar en cuencas del Golfo de Fonseca: Los casos de la azucarera La Grecia S. A. de C. V. en Honduras e ingenio Monte Rosa en Nicaragua.
- Internalización de costos de la pesca artesanal por adaptación a la disminución de pesca en la bahía de la Unión de El Salvador.
- Desechos de plástico de la producción melonera de honduras en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca.
- Externalidades socio ambientales del cultivo de maní en Nicaragua.
- Internalización de costos ambientales en la producción camaronera en el río Estero Real, Chinandega, Nicaragua.
- Los riesgos ambientales de la utilización de agroquímicos en la producción de sandía en El Salvador en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca.
- Externalidades socio-ambientales de la industria salinera en la Bahía de la Unión del Golfo de Fonseca de El Salvador.

II- MARCO TEÓRICO

2.1- Valoración ambiental.

El medio ambiente, proporciona bienestar para la sociedad, a través de diversas funciones que son necesarias para el funcionamiento de la económica y para el sustento de la vida en el planeta (Labandeira, Xavier; León Carmelo J. & Vázquez María Xosé. 2007. p.95).

La gran mayoría de los bienes ambientales, como el aire, el agua, los pasajes, los espacios naturales, los ecosistemas, y las especies animales y vegetales, constituyen ejemplos relevantes de bienes públicos, en el sentido que presentan en diversos grados las características de no exclusividad y no rivalidad. En este contexto, la evaluación de las preferencias sociales por este tipo de bienes supone un reto de considerable magnitud, para el cual la economía ha dado respuestas en los últimos treinta años, a través del desarrollo de métodos de valoración económica de los bienes ambientales (Labandeira, Xavier; et al. 2007, p.95).

La valoración ambiental pretende obtener una medición monetaria de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona, o un determinado colectivo experimenta a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dicha persona o colectivo (Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.4)

En este ámbito, la economía ambiental, viene a desempeñar un papel muy importante tanto en el diseño de herramientas de incentivos económicos¹ y políticas públicas para el mejoramiento de la calidad ambiental.

2.2- Bienes y servicios provistos por los recursos naturales y ambientales

El medio ambiente debido a su característica de bien público, los derechos de propiedad común y las externalidades, en la mayoría de los casos no cuentan con precios de mercado que reflejen su verdadero valor. Este hecho trae como consecuencia la generación de ineficiencia económica en el uso de los recursos naturales y ambientales debido a que estos no son asignados a los diversos usos según su verdadero valor. Según Freeman (1993), citado por Mendieta López J. C. (2000, p. 24), se han distinguido cuatro clases de flujos de bienes y servicios provistos por los recursos naturales y ambientales:

¹ Un incentivo, según Fields (1997) citado por Mendieta López J.C. (2000. P.0), es algo que atrae o repele a las personas y las hace modificar su comportamiento en alguna dirección. Luego, un incentivo económico sería algo en “el mundo económico” que hace que las personas tomen una decisión en cierta dirección, siendo esta la mejor dentro de un conjunto de decisiones posibles, tal que los individuos maximicen su utilidad, tanto en actividades de consumo como de producción.

- Como **fuelle de materia prima o insumos** para la economía. Por ejemplo se puede mencionarlos combustibles fósiles, productos maderables, minerales y agua.
- Proveedor de **soporte para la vida** en la forma de una atmósfera protectora de las radiaciones solares y por medio del régimen climático
- Proveedor de una amplia variedad de servicios tales como recreación, disfrute de paisajes y vida silvestre entre otros. Adicionalmente, se pueden tener servicios relacionados con el no uso o existencia del recurso
- Servicios de dispersión, transformación y almacenamiento de los residuos generados por la actividad económica.

Linares Llamas, P. & Romero López C. (sf, p.4), resumen estos cuatro beneficios en:

- Fuente de recursos productivos
- Sumidero de residuos
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción)
- Servicios de soporte de vida

Según los autores, el primero puede medir su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción, el segundo también contribuye a la función de producción (por ejemplo, en lo que respecta a la reducción de emisiones). Por tanto, ambos se pueden medir en función de su productividad marginal a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan. Ahora bien, hay que tener en cuenta que el mercado puede tener fallos, puede no recoger en sus precios todos los costos implicados, por lo que la mera utilización de estos precios de mercado puede dar lugar a valoraciones erróneas. En los dos casos, se suelen clasificar como beneficios indirectos del medio ambiente, ya que su valor se calcula no de forma directa, sino a través de su contribución al procesos productivo.

El tercer servicio incluye los impactos directos de los beneficios ambientales en la utilidad. Estos impactos pueden derivarse del disfrute de bienes ambientales (pesca, senderismo, etc), que pueden tener carácter consuntivo (pesca) o no consuntivo (senderismo): o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (lo que se conoce como valor de existencia) o incluso viendo documentales de naturaleza en la televisión. Se suelen clasificar como beneficios directos.

Finalmente para Linares Llamas, P. & Romero López C. (sf, p.4), las actividades económicas también se benefician de los servicios de soporte a la vida en la tierra: regulan el clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes, etc. Si estos servicios no existieran, la vida en la tierra sería imposible, y por tanto, bajo esta perspectiva, su valor es infinito.

2.3- Evaluación económica del medio ambiente

La valoración económica de los recursos naturales y ambientales se fundamenta en la teoría económica clásica de medición de cambios de precios y cantidades de bienes comprados en mercados convencionales. Aplicando una serie de extensiones a estas metodologías hoy es posible valorar bienes con características de bienes públicos y sin mercados tales como los bienes ambientales (Mendieta López J. C. 2000, p.25.).

Esta teoría asume que las personas conocen sus preferencias, y que estas preferencias tienen la propiedad de sustituibilidad² entre bienes mercadeables y no mercadeables. La sustituibilidad establece una tasa de intercambio (tradeoff)³ entre pares de bienes haciendo que esta sea la esencia del concepto económico de valor. La medición del valor basada en la sustituibilidad puede ser representada por medio de la Disponibilidad a Pagar (DAP) o por medio de la Disponibilidad a Aceptar (DAA) definidas en términos de cualquier otro bien que el individuo esté dispuesto a sustituir por el bien que está siendo valorado⁴ (Mendieta López J. C. 2000, p. 26).

Para la estimación del valor económico del medio ambiente, la disponibilidad a pagar marginal es la disponibilidad adicional a pagar de una persona por una unidad más de calidad ambiental. Por otra parte, la disponibilidad a pagar total es la cantidad de dinero que está dispuesta a pagar una persona por obtener un nivel de consumo específico de calidad ambiental, en vez de no consumir este bien. Lo más común es plantear este pago en términos monetarios y que con esto se evita estimar el valor ambiental a partir del establecimiento de una tasa marginal de sustitución entre el bien ambiental y el resto de bienes de la economía con los cuales se puede producir un intercambio (Mendieta López J. C. (2000, p. 26).

En la mayoría de las situaciones uno se encuentra hablando de beneficios, daños, costos ambientales y costos de contaminación de manera intercambiada. Debido a esto es importante definir cada uno de estos conceptos. Cuando se está hablando de un costo, uno se refiere al efecto negativo en el bienestar de un cambio que ocurre cuando se destinan recursos para el control de la contaminación o el manejo del recurso. Por lo tanto, se podría hablar igualmente de costos de control de contaminación o costos de contaminación (Mendieta López J. C. (2000, p. 26).

²En términos económicos sustituibilidad implica la posibilidad de incrementar la cantidad de algún bien de una canasta específica de un individuo si la cantidad de otro bien de esa misma canasta es disminuida, siempre y cuando la utilidad del individuo no empeore a causa del cambio.

³El precio monetario de un bien mercadeable es un caso de trade off debido a que el dinero dado para la compra de una unidad de un bien de una canasta de bienes es una proxy de las cantidades de uno o más de los otros bienes de la canasta que tienen que ser reducidos para realizar la compra.

⁴Por lo general, la DAP y DAA son medidas en términos monetarios debido a la utilización del dinero como bien numerario, pero en realidad estas medidas se deben presentar en términos de cualquier otro bien materializado por el individuo.

En cambio cuando se quiera hablar de beneficios, daños o costos ambientales se debe tomar como punto de partida el punto inicial a partir del cual se mide el cambio en el estado físico y biológico del recurso natural o ambiental. Los beneficios ambientales son las ganancias asociadas con una mejora en el ambiente mientras que los términos daño ambiental o costo ambiental requiere de la identificación de un estado inicial de limpieza que sirva de referencia para representar el movimiento de este estado hacia uno con mayor contaminación (Mendieta López J. C. (2000, p. 25).

Según Kolstad (2000) citado por Mendieta López J. C. (2000, pp.22-23.), existen tres corrientes principales o enfoques base de asignación de valores a los recursos naturales y ambientales. El enfoque antropocéntrico, el enfoque conocido como biocentrismo y el enfoque de desarrollo sostenible.

El enfoque antropocéntrico sigue como premisa fundamental el hecho de que los recursos naturales y ambientales deben tener un valor económico debido a que estos son útiles para los individuos. Esto significa que las personas utilizan estos recursos de manera directa o indirecta y a través del tiempo, y debido a esto es que las personas dan valor a tales recursos. Entonces, bajo este enfoque, los únicos recursos naturales y ambientales que tendrían valor para el hombre serían los que deriven bienestar para los individuos a partir de su uso. Esta teoría defendida ampliamente por los utilitaristas supone que los recursos naturales y ambientales generan bienestar a las personas y que debido a esto los individuos pueden asignar valores instrumentales e intrínsecos basados en argumentos espirituales y materiales.

En cambio, el enfoque biocentrista antepone el mundo biológico en toda su expresión como el centro del sistema de valor. Según Nash (1989), este enfoque toma en cuenta diferentes puntos de vista filosóficos acerca de las personas y del medio ambiente. Al respecto, Kolstad (2000) afirma que en el biocentrismo se hace una clara distinción entre el valor instrumental y el valor intrínseco. El primero tiene que ver con el valor generado por utilizar un recurso natural o ambiental, es decir, el valor derivado de un recurso cuando este sirve como instrumento para alcanzar algún objetivo útil. Mientras que el valor intrínseco de un recurso no está relacionado con su grado de utilidad, al contrario, un recurso puede no ser útil pero si puede tener un valor intrínseco.

Por último, el enfoque de desarrollo sostenible según la Comisión Brundtland (1987) lo define como "aquel desarrollo que satisface las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la habilidad de las futuras para satisfacer sus propias necesidades". Una definición específica para desarrollo sostenible aún no existe. Varios autores han dado definiciones sobre desarrollo sostenible, algunas de estas son:

Bojo, Maler y Unemo (1990) citado por Mendieta López J. C. (2000, p. 23), afirman que el desarrollo económico en un área específica (región, nación, en todo el planeta) es sostenible si la reserva total de recursos -capital humano, capital físico reproducible, recursos ambientales, recursos agotables - no decrece con el tiempo. Otra definición provista por estos mismos autores es que si el capital físico o humano puede ser sostenido para un recurso ambiental, entonces dicho recurso puede ser explotado de tal manera que el mismo sea drásticamente reducido si, y sólo si, las inversiones en las reservas de capital humano y físico son tales que la base total de recursos no sea reducida.

Solow (1992) citado por Mendieta López J. C. (2000, p.23), define sostenibilidad como el hecho de asegurar que se ofrezca un nivel de bienestar a las generaciones tanto como el que tienen las generaciones actuales. El resultado clave en este concepto es el hecho de que los bienes de capital (maquinas, computadoras, edificios) hechos por el hombre y su conocimiento son sustitutos de los bienes de capital natural (recursos naturales y ambientales).

Cada uno de estos enfoques tienen ventajas y desventajas, y en últimas, la aplicación de estos depende en gran parte de juicios de valor originados a partir de las apreciaciones de cada individuo responsable de la asignación del valor a los recursos.

2.4- Valoración económica de los costos ambientales

La valoración económica significa poder contar con un indicador de la importancia del medio ambiente en el bienestar social, y este indicador debe permitir compararlo con otros componentes del mismo (Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo Francisco. (sf, p.164).

Para Labandeira, Xavier; L. C. J. & Vázquez M. X. (2007, p.97) la derivación de una medida monetaria del beneficio económico proporcionado por el consumo parte de considerar un consumidor que persigue la maximización de la utilidad o satisfacción. El nivel de utilidad es interpretado como el nivel de bienestar, y tanto los precios como el nivel de renta, así como los factores que pueden incidir en la satisfacción, como la calidad del medio ambiente, se suponen constantes.

Según los autores el objetivo es medir el beneficio o satisfacción experimentada por el consumo de una cesta determinada de bienes con parámetros de calidad ambiental y de otro tipo determinado. El problema es que la utilidad no es medible ni observable. Por ello, se requiere generar una variación monetaria que sea equivalente al cambio producido en la utilidad.

En resumen, lo que se trata de argumentar (por diferentes autores) es que este proceso se centra en cuantificar la disposición social a pagar a partir de las disposiciones individuales, las cuales son expresadas por usuarios y no usuarios de los recursos. Esta disposición social tiene en cuenta factores como las características del grupo de personas afectadas y el espacio temporal (las preferencias intertemporales y la equidad intergeneracional). Ahora esta disposición a pagar refleja en términos monetarios las preferencias individuales por los bienes ambientales o la disposición a aceptar por las pérdidas de calidad ambiental (Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo Francisco (sf, p.164).

El uso del dinero como numerario no pretende representar un precio, sino un indicador monetario del valor que tiene para un individuo o conjunto de individuos el servicio en cuestión (Romero. 1997, citado por Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo F. (sf, p.164). Además permite, según los autores, comparar entre los bienes y servicios ambientales y los beneficios del desarrollo, la cual es necesaria para evaluar la gestión de protección, conservación y explotación de los recursos naturales.

Para Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.4). La valoración ambiental puede definirse formalmente como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficio y costos derivados de algunas de las siguientes acciones:

- a) uso de un activo ambiental
- b) realización de una mejora ambiental
- c) generación de un daño ambiental

Todos los métodos de valoración ambiental tienen un punto en común, que consiste en conceptualizar y medir los beneficios ambientales por lo que realmente la gente desea ese beneficio, y ese deseo se subroga por lo que la gente está dispuesta a pagar por dicho beneficios. De una manera análoga, los costos asociados a un daño ambiental se conceptualizan y miden por lo que realmente la gente le disgusta ese daño ambiental, y ese daño se subroga por lo que la gente está dispuesta a aceptar como compensación por dicho daño (Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.2).

El principal problema asociado con este tipo de enfoque, indican los autores, reside en la ausencia de mercados reales para la mayor parte de los beneficios y costos ambientales. En efecto, no existe, por ejemplo, un “mercado de ruido” o un “mercado de calidad de aire”. Este problema básico se aborda por métodos indirectos de mercados o bienes creando mercados artificiales (Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.2).

Los costos ambientales son impactos incurridos por la sociedad, una organización, o “el resultado individual de las actividades que afectan la calidad ambiental”. (Scavone, G, 2000

p.3 citado por Keitel, Becerra; Elizabeth, Gómez; Grisel, Pérez; Reynier, Reyes ⁵(2011, pp.7-8). Según los autores, estos impactos pueden ser expresados en términos monetarios o no monetarios, incluyendo cualquier tipo de costo directo o menos tangible, con consecuencias para la empresa a corto o largo plazo.

Los costos ambientales comprenden tanto los costos internos como los externos y se relacionan con todos los costos ocurridos en relación con el daño y la protección ambiental. Los costos de protección ambiental incluyen costos de prevención, disposición, de planeamiento, de control, el entendimiento de acciones y la reparación de daños que pueden ocurrir en la compañía y afectar al gobierno y a la gente Keitel, Becerra; Elizabeth, Gómez; Grisel, Pérez; Reynier, Reyes (2011, p.7-8).

Otras de las definiciones dadas a los costos ambientales es que son los provenientes de actividades ambientales específicas de la empresa, que surgen por medidas voluntariamente adoptadas o prescriptas por ley, tendientes a la prevención, reducción, tratamiento, aprovechamiento o eliminación de los residuos o emisiones y los costos que se producen o se pueden producir por la omisión de estas medidas operativas ambientales (Keitel, Becerra; Elizabeth, Gómez; Grisel, Pérez; Reynier, Reyes (2011, pp.7-8)

Valorar económicamente un costo ambiental implica encontrar un indicador monetario que permita determinar el valor de una alteración desfavorable en el medio natural provocada por una acción o actividad económica. Esta acción provoca un cambio en la condición de los recursos afectados, pasando de un estado de conservación a otro más deteriorado. Por lo anterior, es pertinente que al realizar la valoración del daño se conozca el estado de conservación del recursos antes y después de la alteración (Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo Francisco. (sf, p.165).

Para realizar la valoración económica de daños ambientales se debe tener en cuenta que dicho daño está conformado por dos componentes principales: el daño biofísico (evaluación ecológica del daño) y el daño social (evaluación social). El daño biofísico se refiere a las afectaciones hechas en el medio natural que ocasionan un deterioro de las características del recurso natural. El daño social está relacionado con las afectaciones a la sociedad que se manifiesta en la pérdida de beneficios derivados del recursos natural afectado (Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo Francisco. (sf, p.165).

⁵ Keitel, Becerra; Elizabeth, Gómez; Grisel, Pérez; Reynier, Reyes (2011). Cómo calcular los costos medioambientales? Caso: Empresa gráfica de Cienfuegos. *Visión de Futuro*” Año 8, Volumen N°15, N° 2, Julio - Diciembre 2011 <http://www.scielo.org.ar/pdf/vf/v15n2/v15n2a01.pdf> [19/01/2014].

a) Evaluación ecológica del daño ambiental (EEDA)

Para una EEDA, es necesario establecer el estado de conservación que explica la condición del factor en relación con su capacidad para garantizar los procesos necesarios para su continuidad y funcionamiento. Para ello se requiere disponer de una serie de criterios que pueden variar de acuerdo con la región donde se presentó el daño. Si se conoce el cambio en el estado de conservación del sitio afectado, es posible definir el proceso de restauración que se requiere. Este proceso de restauración y sus costos, está determinado por la magnitud del daño, las características del recurso natural, el tiempo de restauración y el área afectada. Dado que una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez, el costo total debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a la restauración de cada recursos afectado (Osorio Múnera J. D. & Correa Restrepo F. (sf, p.166).

b) Evaluación social del daño ambiental

Con relación al daño social, este se manifiesta en la perdida de beneficio debido a que el capital natural provee un serie de flujos que aprovecha la sociedad para el mejoramiento de su bienestar (materia prima, consumo final de bienes y servicios ambientales⁶, seguridad alimentaria, esparcimiento, desarrollo espiritual, protección frente desastres naturales y protección a la salud). Para llevar a cabo la compensación social asociada a la pérdida de beneficios, se hace necesario contar con un indicador monetario de estos **flujos de bienes y servicios** aportados por el capital natural (Osorio Múnera J. D. & Correa Restrepo F. (sf, p.166).

Un rasgo característico de muchos bienes ambientales, es la multitud de beneficios que proporcionan, y muchos de éstos beneficios se pierden por el impacto ambiental de una actividad económica. Esta variedad de beneficios se ve agregada en el concepto económico “valor económico total” que es igual a la suma del valor de uso directo, el valor de uso indirecto, el valor de opción, y el valor de existencia (Osorio Múnera J. D. & Correa Restrepo F. (sf, p.170).

Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.4), distinguen entre varios tipos de valor en función del servicio que proporciona el medio ambiente, tal como se recoge en la siguiente figura, todos ellos englobados dentro del valor económico total.

⁶ Los servicios ambientales o servicios ecosistémicos son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los constituyen, sostienen y cumplen la vida humana

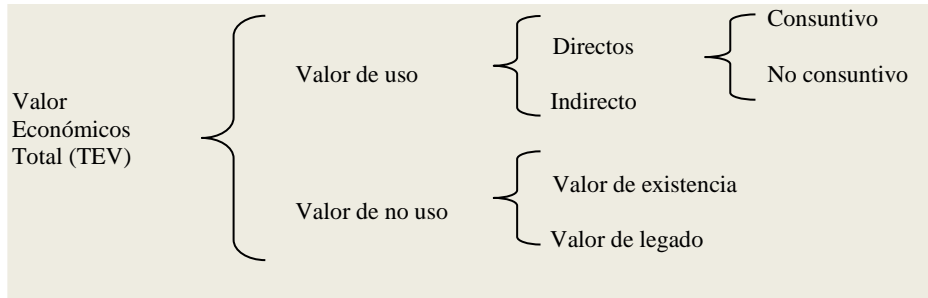


Fig.No.2. Valor económico total del medio ambiente en función del servicios Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f. p.5).

El valor de uso directo es el que corresponde parcialmente al tercer servicio del medio ambiente, mientras que el indirecto correspondería a los dos primeros servicios, y en lo que sea posible, al cuarto. El valor de no uso correspondería a la parte de no utilización de la función de utilidad directa del medio ambiente, entendiéndose éste como el valor que un individuo asocia a un activo ambiental cuyos servicios no ha utilizado ni piensa utilizarlos en el futuro, pero cuya simple existencia le reporta un valor específico, el valor de legado. El valor de existencia es interpretado por algunos como un valor intrínseco. Sin embargo, aunque son conceptos parecidos, no son iguales: el valor de existencia tal como se entiende generalmente es un valor antropocéntrico y utilitario, mientras que el valor intrínseco es deontológico y biocéntrico (Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f. p.5).

2.5- Contabilidad de la gestión ambiental

Desde una perspectiva macroeconómica, el precio de la escasa materia prima, la contaminación y la disposición de desechos no reflejan su verdadero valor y costo para la sociedad. Los peligros para la salud, los reclamos por sitios contaminados, etc., son costos ambientales generalmente no generados por el que contamina sino por el público en general (Jasch C. 2002, p.16).

Los **costos ambientales** comprenden tanto los costos internos como los externos y se relacionan con todos los costos ocurridos en relación con el daño y la protección ambiental. Los costos de protección ambiental incluyen costos de prevención, disposición, de planeamiento, de control, el entendimiento de acciones y la reparación de daños que pueden ocurrir en la compañía y afectar al gobierno y a la gente (VDI 2000 citados por Jasch C. (2002, p.16).

Los sistemas contables convencionales asignan muchos de los costos ambientales a cuentas contables generales, con la consecuencia de que el producto y los gerentes de producción

no tienen incentivo para reducir costos ambientales, y los ejecutivos no son a menudo conscientes del alcance de los costos ambientales (Jasch C. 2002, p.5).

Una regla tentativa de la gestión ambiental es que el 20 % de las actividades de producción son responsables del 80 % de los costos de contaminación. Cuando los costos ambientales se asignan a cuentas generales compartidas por todas las líneas de productos, los productos de bajos costos ambientales subsidian a los que tienen altos costos. Esto resulta en incorrectas asignaciones de precios las cuales reducen la rentabilidad (Jasch C. 2002, p.5).

La Contabilidad de gestión ambiental carece de una definición estándar de costo ambiental. Dependiendo de varios intereses, ellos incluyen una variedad de costos, por ejemplo, costo de disposición o costos de inversión y, algunas veces, también costos externos por ejemplo costos incurridos fuera de la compañía, mayoritariamente hacia el público en general, por supuesto, esto también es cierto para las ganancias de actividades empresariales ambientales (ahorros de costos ambientales). Adicionalmente, la mayoría de estos costos no se rastrean en forma sistemática ni se atribuyen a los procesos y productos responsables de los mismos, sumándolos, simplemente, en la estructura general (Jasch C. 2002, p.12).

El hecho de que los costos ambientales no sean completamente registrados a veces lleva a que se distorsione el cálculo para vislumbrar opciones de mejora. Los proyectos de protección ambiental ayudan a prevenir emisiones y desechos en las fuentes (opción de prevención) utilizando mejor la materia prima y el material auxiliar y requiriendo menos material operativo (dañoso), (Jasch C. 2002, p.12).

Las ventajas económicas y psicológicas que se derivan de tales medidas no son usadas. La gente a cargo, a menudo, no se da cuenta que producir desechos y emisiones es generalmente más caro que disponer de ellos. La experiencia muestra que el gerente ambiental carece de acceso a los documentos de costos reales de la compañía y sólo se da cuenta de una pequeña fracción de costos ambientales agregados. Por otro lado, el controlador, que es quien tiene la mayor parte de la información, es incapaz de separar la parte ambiental sin una guía adecuada (Jasch C. 2002, p.12).

Las medidas para la protección ambiental de la empresa: comprenden todas las actividades llevadas a cabo por obligación legal, cumplimiento con compromisos propios o voluntariamente. El criterio que se toma no es el del efecto económico, sino el efecto que tiene en la prevención o reducción del impacto ambiental (VDI 2000 citado por Jasch C. 2002, p.12).

El concepto de "***deshecho***" tiene un doble significado. El desecho es un material que ha sido comprado y pagado, pero que no ha sido transformado en un producto comercializable. El desecho es por lo tanto indicativo de ineficiencia productiva. Por lo tanto, los costos de

los materiales desechados, del capital y del trabajo tienen que ser sumados para llegar al total de costos ambientales empresarios y a sentar bases adecuadas para cálculos y decisiones posteriores. La palabra deshecho en este contexto se usa como un término para desechos sólidos, desechos de agua y emisiones al aire, y eso comprende todas las salidas que no son productos. Los materiales incluyen agua y energía (Jasch C. 2002, p.17).

Costos de protección ambiental (Tratamiento de emisiones y prevención de la contaminación):

- + Costos de los desechos de materiales
- + Costos de los desperdicios de trabajo y capital
- Total de costos corporativos ambientales

Tabla No.1: Visión del esquema de costos ambientales, tomado de (Jasch C. (2002, p.21).

Medios Ambientales									
Categorías de costos/Gastos Ambientales	Aire/Clima	Agua Residual	Desechos	Suelo/Agua Subterránea	Ruido/Vibración	Biodiversidad/Paisaje	Radiación	Otros	Total
1. Tratamiento de desechos y emisiones									
2. Prevención y Gestión Ambiental									
3. Valor de compra del material de las salidas de no- productos									
4. Costos de procesamiento de las salidas de no-productos									
Σ Gastos Ambientales									
5. Ingresos Ambientales									

1. El primer bloque de categoría de costos ambientales comprende los costos de tratamiento convencional de disposición de desechos y emisiones, incluyendo el trabajo relacionado y el mantenimiento de materiales. Los seguros y provisiones para pasivos ambientales también reflejan el espíritu de "**tratamiento**" en vez de "**prevención**". La primera sección corresponde a la definición convencional de costo ambiental comprendiendo todo tratamiento, disposición y costos de limpieza de desechos y emisiones existentes (ciclo 1 en la fig. 3).
2. El segundo bloque es llamado prevención y gestión ambiental y suma los costos de trabajo y servicios externos para un buen mantenimiento como así también para la porción "ambiental cierre" y los costos extras de las tecnologías más limpias y de las compras verdes, si son significativas. Las actividades de prevención son en realidad inherentes a la gestión ambiental. La investigación y desarrollo para proyectos ambientales son parte de la prevención de la contaminación. El mayor énfasis del segundo grupo es sobre la prevención de costos anuales de desechos emisiones pero sin calcular los ahorros. Ellos incluyen mayor prorrateo de costos

para materiales operativos y auxiliares amigables al medio ambiente, tecnologías de procesos de baja emisión y el desarrollo de producto o ambiental mente benigna (ciclo 2 en fig. 3).

Convencionalmente, los tres factores de producción son distinguidos como: materiales, capital (inversiones, depreciación anual relacionada y costos de financiamiento) y trabajo. Los dos grupos siguientes consideran los costos del material desechado, el capital y el trabajo debido a la producción ineficiente, generador de desechos y emisiones.

3. En el tercer bloque, se suma el valor de compra de los materiales desechados. Todas las salidas de no-producto se evalúan por un balance de flujo de material. Los materiales desechados son evaluados con su valor de compra o valor de consumo en caso de gestión de existencias (ciclo 3 en figura 3)
4. Por último, se suma el costo de producción de las salidas de no-productos, con el respectivo costos de producción prorrateando los cargos, los cuales incluyen horas trabajadas, entre sesión de maquinaria, materiales operativos y costos de financiamiento. En el costeo basado en la actividad y en la contabilidad de flujo de costos, el flujo de los materiales residuales se determina más precisamente y se asigna a los centros de costos y a los receptores de costos (ítem 3 en figura 3, pero evaluado en forma diferente).
5. Los ingresos ambientales derivados de la venta de desechos, préstamos o subsidios se registran en un bloque separado.

Los costos que son incurridos afuera de la compañía y generados por el público en general (costos externos) o que son relevantes para los proveedores y consumidores (costos por ciclo de vida) no se los trata (ítem 4 en figura 3).

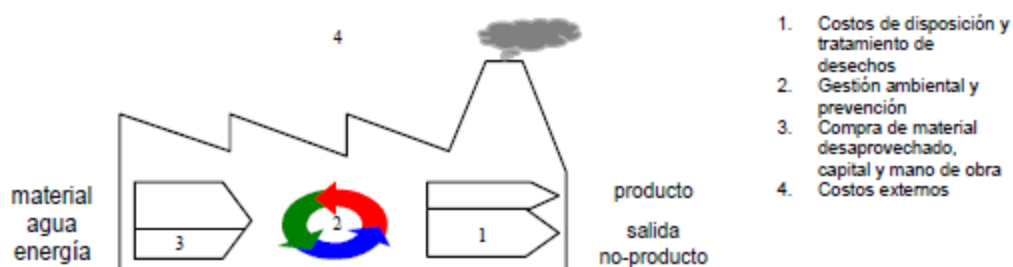


Fig.No.3. Diferentes enfoques de costos ambientales. Fuente: Adaptado de IMU-Augsburg. Tomado de (Jasch C. (2002, p.23).

2.6- Metodología para estimar el valor económico de costos ambientales

El desarrollo de métodos de medición empírica del valor económico para los bienes públicos y ambientales ha puesto un reto para las ciencias económicas, pues en un principio se pensaba que los valores ambientales no eran susceptibles de medición empírica, y por tanto, representaban tan sólo un concepto teórico. Por un lado, no existen mercados para este tipo de bienes, con lo que no es posible observar precios y cantidades a partir de las cuales inferir los excedentes de los agentes económicos. Por otra parte, se suele tratar de bienes colectivos o públicos, lo cual plantea un problema de revelación de preferencias. Pero en las últimas décadas los investigadores han venido dando respuesta a este reto, hasta contar hoy día con una panoplia de métodos de valoración del medio ambiente que permite obtener valores monetarios de un número amplio de características y recursos ambientales (Labandeira, Xavier; León Carmelo J. & Vázquez María Xosé. 2007, pp127-128).

Según los autores, de esta forma, a través de los métodos de valoración económica se puede obtener una cuantificación del excedente del consumidor derivado de variaciones en la calidad de los bienes ambientales, cuyo valor se puede contraponer al costo marginal, para determinar el nivel socialmente óptimo de la calidad ambiental.

Estos métodos de valoración se pueden separar en tres grandes grupos. Por un lado tenemos los métodos directos de mercado, que se basan en la utilización de precio y cantidades observadas en los mercados, y que estiman los impactos ambientales a través de los impactos físicos en estas magnitudes. En segundo lugar, están los métodos indirectos de mercado, que también utilizan precios de mercados, pero de forma indirecta, o sea, a través de un bien de mercado que esté relacionado con el bien ambiental que se quiere estudiar. En tercer lugar, tenemos los métodos directos de no mercado, que se basan en la construcción de mercados específicos para los bienes ambientales o políticas relacionadas con los mismos. Estos métodos se pueden agregar bajo la denominación de preferencias declaradas (Labandeira, Xavier; León Carmelo J. & Vázquez María Xosé. 2007, p.128).

Osorio Múnera J. D. & Correa Restrepo F. (sf, pp.173-187), en su texto “Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación”, describen ocho métodos entre ellos:

1. Método de Gasto en Mitigación
2. Método de Costo de Reposición
3. Método de Estimación del Cambio en Productividad
4. Método de Análisis de Cambios en la Tasa de Morbilidad (Efectos sobre la salud)
5. Método de Valoración Contingente
6. Método de Transferencia de Beneficios
7. Método de Costo del Viaje
8. Método de Costos Evitados

2.7- El deterioro ambiental como externalidad

Según Arrow (1969) citado por Mendieta Juan Carlos. (2000. P.114) las externalidades son un caso especial de mercados incompletos para activos de naturaleza no mercadeable, como los activos ambientales. Una externalidad se presenta cuando el consumo de un individuo o la producción de una empresa afectan la utilidad de cualquier otra persona o la función de producción de cualquier otra empresa hasta que las condiciones de optimalidad de Pareto para la asignación de recursos no puedan ser cumplidas

Las externalidades constituyen una grave falla de mercado; bajo este nombre genérico se engloban aquellas situaciones en las que como consecuencia de la operatoria del mercado sufre un impacto un tercero que no tuvo participación en dicha operatoria (Rodríguez, Carlos E. 2013. P.6).

Según el autor, aunque podemos conceder que las externalidades pueden ser de signo + ó - (es decir, positivo o negativo), nos interesa referirnos aquí a las segundas, siendo la más grave de ellas la contaminación ambiental, que consiste básicamente en la degradación de los recursos naturales: tierra, agua o aire y como consecuencia directa de ello el impacto sobre los recursos biológicos (a lo que suele sumarse la sobreexplotación de los mismos). Si el impacto sobre el recurso biológico es suficientemente intenso puede determinar la extinción del mismo.

La contaminación genera un perjuicio tanto para los agentes privados como para la sociedad en su conjunto, siendo lo más grave del caso, que en muchas circunstancias los efectos más negativos de esta degradación lo sufrirán las generaciones del futuro (Rodríguez, Carlos E. 2013. P.6).

Las externalidades, y en especial la contaminación implican una falla grave porque (como señalamos precedentemente) sufre el impacto un tercero que no participó en la operatoria del mercado en la cual estuvieron implicados oferentes y demandantes, de los cuales legítimamente puede suponerse que obtuvieron beneficios privados. La sociedad carga entonces con el costo de un recurso degradado, y los privados con el beneficio de su utilización; se dice entonces que una empresa o industria no ha explicitado sus costos⁷ (Rodríguez, Carlos E. 2013. P.6).

⁷ Explicitar costos implica devolver al medioambiente el recurso en el estado en el cual se lo utilizó, es decir libre de contaminación o polución

2.8- El papel del gobierno como administrador de los bienes públicos

El Gobierno (como administrador de los bienes e interés públicos) tiene una obligada injerencia en el manejo y gestión del ambiente, proceso que requiere acciones colectivas (normativa), coordinación entre muchas jurisdicciones, participación social en las decisiones y la asignación de inversiones públicas y privadas Tomasini, D. & Longo L. (sf, pp, 2-3).

Una estrategia adecuada para la toma de decisiones orientada al manejo sustentable de los recursos naturales renovables, según Tomasini, D. & Longo L. (sf, pp. 2-3) debe considerar al menos cuatro etapas en su desarrollo, las que son:

1. Medir la escala del daño al recurso o del impacto en el ambiente a través de la evaluación ambiental, la que apunta a identificar y evaluar los impactos en términos cualitativos y hasta donde se puede, en forma cuantitativa. Esta no es una tarea fácil, ya que los impactos ambientales están generalmente dislocados en el tiempo y en el espacio, haciendo difícil establecer la relación causa y efecto (Dixon, 1998).
2. Identificación de las fuentes de ineficiencia en el manejo de los recursos, es decir, la causa del impacto ambiental. Tarea decisiva que permite establecer los instrumentos de política necesarios para revertir o al menos paliar dicho impacto. Estas fuentes de ineficiencia pueden, en términos generales, situarse en el campo de las fallas del mercado (externalidades), derechos de propiedad mal definidos (diferentes actores sufren o gozan de los costos/beneficios del recurso), o simplemente en ineficiencias del gobierno (subsidios o impuestos distorsivos, monopolios y hasta administración ineficaz).
3. Cuantificación de la importancia de las ineficiencias, a través de la valoración monetaria de los costos originados por el daño o impacto en la base de los recursos y el ambiente. Los impactos identificados en el proceso de evaluación ambiental no son habitualmente traducidos en términos monetarios. Muchos bienes y servicios ambientales no están presentes en los mercados (carecen de precios) o lo hacen de manera imperfecta. La economía ambiental ha desarrollado metodologías y técnicas confiables para establecer (o al menos estimar) los costos y beneficios monetarios (valoración) de los impactos en el uso de los recursos y el ambiente.
4. Definir los instrumentos de política que promuevan el uso sustentable del ambiente. Los mismos pueden abarcar desde los mecanismos normativos (códigos, leyes, decretos), los administrativos (tarifas, cuotas) hasta los económicos (impuestos, subsidios, creación de mercados).

2.9- Internalización de costos ambientales

La internalización es el proceso por el cual los precios incorporan y reflejan los costos ambientales y el real valor del uso de los recursos, siendo entendida como indispensable para una mejoría de las condiciones que nos llevarán al desarrollo sustentable. Aspira a corregir las fallas existentes en el proceso de integración entre políticas económicas y ambientales, que resultan en precios de mercado, que no reflejan el valor real de los recursos ambientales, su escasez y los costos ambientales de la actividad económica (Cavalcanti Rachel Negrão. 1995. p.89).

Dado que no todo bien o servicio de la naturaleza tiene sus precios establecidos en el mercado, se hace difícil estimar precios para esos bienes. Sin embargo, es también un hecho que debe tener la internalización, bajo alguna forma de intervención. Pero, ¿cuál será la mejor forma? ¿Cuál será la manera más eficiente? ¿Cuáles serán los instrumentos más seguros para la implementación de ese proceso, sin perjuicios al comercio internacional y a los estímulos a las inversiones?

Son dos las principales estrategias, que actúan al mismo tiempo para control y eliminación de la contaminación y estímulos a la internalización, que serán expuestos a los instrumentos de comando y control o de reglamentación, también denominados macroeconómicos, y los instrumentos o incentivos económicos, estos, basados, principalmente en las reacciones del mercado. La diferencia básica entre los dos es que las reglamentaciones prescriben el comportamiento, ordenan a los que contaminan a controlar actividades específicas, mientras que los instrumentos económicos usan los indicadores del mercado para influenciar el comportamiento de forma coherente con las metas ambientales, estando más dirigidos hacia los resultados que hacia los métodos. En los dos casos el gobierno interviene para integrar las consideraciones ambientales con el proceso de toma de decisiones (Cavalcanti Rachel Negrão. 1995. p.89).

Según Buschmann Alejandro; López Daniel; Troell Max y Kautsky Nil. 1995, la internalización de los costos ambientales podría ser utilizada por parte de la industria acuícola como una herramienta de protección del medio ambiente sin que esto signifique pérdida de competitividad.

III. MARCO METODOLÓGICO GENERAL

Hacer valoración ambiental no es una tarea fácil, partiendo que la contabilidad de gestión ambiental, según indica Jasch, C. (2002, p.12) carece de una definición estándar de costo ambiental. Dependiendo de varios intereses, ellos incluyen una variedad de costos, por ejemplo, costo de disposición o costos de inversión y, algunas veces, también costos externos por ejemplo costos incurridos fuera de la compañía, mayoritariamente hacia el público en general, por supuesto, esto también es cierto para las ganancias de actividades empresariales ambientales (ahorros de costos ambientales). Adicionalmente, la mayoría de estos costos no se rastrean en forma sistemática ni se atribuyen a los procesos y productos responsables de los mismos, sumándolos, simplemente, en la estructura general.

Los sistemas contables convencionales asignan muchos de esos costos ambientales a cuentas contables generales, con la consecuencia de que el producto y los gerentes de producción no tienen incentivo para reducir costos ambientales, y los ejecutivos no son a menudo conscientes del alcance de los costos ambientales.

Los costos ambientales, incluyendo costos de cumplimiento de regulación, costos legales, daño a la imagen corporativa y pasivos y riesgos ambientales son más difíciles de evaluar. Pero la parte principal de los costos ambientales se encuentra en el costo de compra de la materia prima de los productos que no se fabrican y que puede resultar de 10 a 100 veces el costo de disposición, dependiendo del sector de negocio.

Para cada sector productivo, se identificó un aspecto que fuese más relevante tanto para la empresa, como para la zona donde se ubica la actividad productiva, Así mismo, se consideraron aspectos como: el tipo y magnitud de impacto ambiental, la institucionalidad que rige la actividad, la accesibilidad y/o apertura para llevar a cabo la intervención.

Por tanto cada resultado estuvo limitado a disponibilidad y nivel de accesibilidad de información de cada rubro seleccionado.

En términos generales se trabajó en cuatro etapas:

1. Coordinaciones interinstitucionales: Para establecer acuerdos (formales e informales) para emprender los procesos de trabajo con la empresa y la designación de contrapartes de la misma con la que se desarrolló el proceso de investigación-comunicación.
2. Identificación de potenciales impactos generados por cada rubro productivo seleccionado: Esto permitió elaborar una matriz de las actividades por rubro, su potencial impactos y las medidas y/o tecnologías implementadas para reducir o mitigar el daño ambiental.

3. Aplicación de metodologías para el análisis económico, donde se consideró el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios ambientales de cada uno de los rubros seleccionados.
4. Recopilación de información primaria y secundaria, tanto por los miembros del consorcio de investigadores, como por los socios del proyecto, excepto en el caso del Maní y la Caña de Azúcar la información primaria fue recopilada por los socios del proyecto.
5. Divulgación de resultados de estudios con el gremio del sector productivo seleccionado, en eventos científicos y medios electrónicos.

En el acápite de resultados, se presentan los estudios realizado por rubro, los cuales están estructurados en: análisis justificativo y de contexto, antecedentes, objetivos, métodos de análisis, resultados, conclusiones y anexos.

IV. RESULTADOS

4.1- Cambio Climático y Huella Hídrica de la Caña de Azúcar en Cuencas del Golfo de Fonseca: Los casos de la Azucarera la Grecia S. A. de C. V. en Honduras e Ingenio Monte Rosa en Nicaragua.

Lic. Welbin Romero Jirón

I. Presentación

Al igual que en el resto de Centroamérica, la producción de Caña de Azúcar tiene un papel relevante en las economías y sociedades hondureña y nicaragüense. Este impacto se manifiesta en la creación de empleos, la producción de Azúcar, Alcohol y Ron, Melaza, energía eléctrica, Etanol y transporte, constituyéndose en un dinamizador importante de actividad económica. El Azúcar se encuentra entre los cultivos de agro exportación de mayor generación de divisas en ambos países.

La Caña de Azúcar es un cultivo exigente en el uso de agua (Pérez, Peña, & Alvarez, 2011) por lo que la discusión Huella Hídrica – Cambio Climático, tiene singular importancia para el futuro de la actividad, así como, para las familias que dependen de su producción y en su medida para las economías de la región. En promedio, se requieren de 1200 a 1500 mm anuales, distribuidos de la mejor manera posible durante el periodo vegetativo. La demanda aumenta conforme al crecimiento de la planta, debido a que la transpiración aumenta.

Cuando la temperatura es elevada, la demanda de agua es mucho mayor (Arias Flores , 2008) (Romero, Digonzelli, & Scandalariis, 2012), entre otros, estos últimos indican que en zonas de siembra de secano en Argentina se cultiva en condiciones de hasta 700 – 2000 mm anuales.

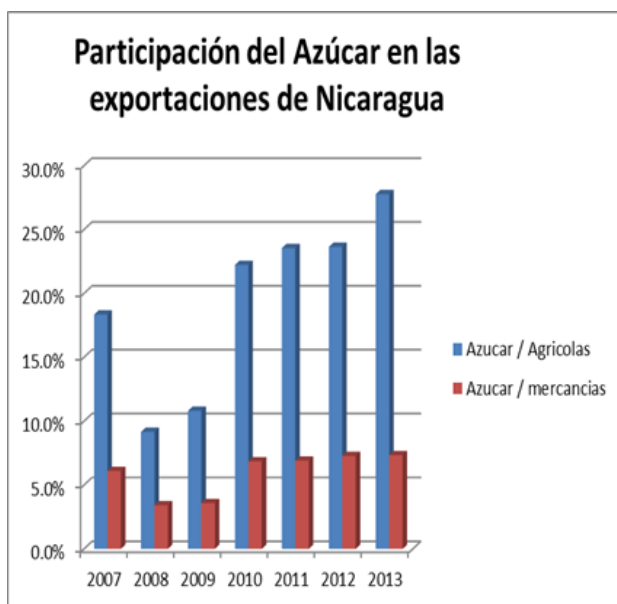
Esto coloca a la Caña de Azúcar entre los cultivos que requieren se preste mayor atención a los efectos del cambio climático sobre las micro zonas en la que este se cultiva, a fin de desarrollar acciones orientadas a reducir o eliminar riesgos y amenazas (ver anexo 1.) que apunten a la reducción de los rendimientos del cultivo y con ello la pérdida de rentabilidad y competitividad. En Nicaragua, según la Comisión Nacional de Productores de Azúcar (CNPA), el 42% del área sembrada de Caña es propiedad de alrededor de 800 productores independientes y el 58% restante de los ingenios, en Honduras el 45.8% de la producción de Caña está en manos de productores independientes (Leal Fortuny, 2007). Lo que hace del cultivo de la Caña de Azúcar un tema del desarrollo rural en determinadas zonas de ambos países.

Por otro lado, al cultivo se asocian un conjunto de efectos y amenazas para las zonas donde se cultiva, entre las más importantes destacan (i) que se trata de mercado con funcionamiento distorsionado en el que se castigan los precios locales debido a un comportamiento oligopólico de los ingenios, (ii) la competencia por el agua, (iii) efectos ambientales relevantes, por tratarse de un monocultivo con explotaciones intensivas en el uso de agroquímicos, así como por la quema de los plantíos antes de la cosecha. No obstante, esta es una discusión que supera el alcance de este informe.

Este trabajo persigue desarrollar una aproximación de la huella hídrica agrícola de la Caña de Azúcar y su relación con el cambio climático, así como, la necesidad de adoptar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático como mecanismo para mantener los niveles de rendimiento de campo e industriales del cultivo.

El documento se ha dividido en 3 partes en la primera además de la introducción se da un vistazo a la importancia del cultivo de Caña de Azúcar en los dos países, se plantea una breve marco de análisis alrededor del cálculo de la Huella Hídrica y sobre los efectos del Clima en la Caña de Azúcar, en la segunda parte se presentan los principales resultados y en la tercera se aventuran algunas conclusiones.

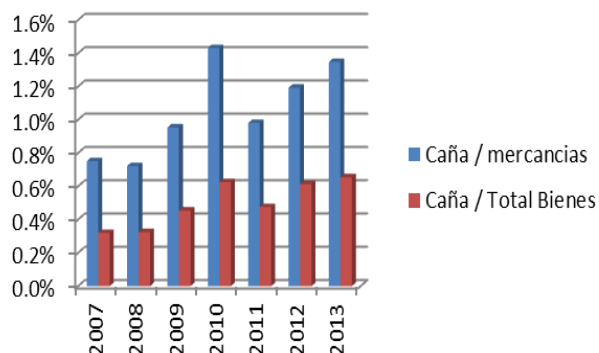
II. Producción de Caña de Azúcar en Honduras y Nicaragua



En Nicaragua existen 4 ingenios azucareros dos de los cuales se ubican en zonas con influencia en el Golfo de Fonseca, el Monte Rosa (Pantaleón) y el San Antonio. En Honduras por su parte existen 7 ingenios y al igual que en Nicaragua 2 se encuentran en zonas aledañas al Golfo; Azucarera La Grecia y Azucarera Choluteca (ver mapa, anexo 2). Adicionalmente en Nicaragua existen unos 800 productores de Caña de Azúcar (CNPA, 2014) y en Honduras alrededor de 1,700 (TIEMPO, 2014), que por lo general venden su producción de Caña a estos ingenios. De acuerdo a la

Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, unos 484 proveedores independiente de Caña aportan 365,886 toneladas métricas de Caña (APAH, 2013).

Participación del Azúcar en las exportaciones de Honduras



De acuerdo con datos de la FAO en Nicaragua el área total sembrada en 2012 fue de 71.5 miles de hectáreas y en Honduras de 72.5 miles de hectáreas. En el período 2008 – 2013 (último año disponible en las estadísticas de la FAO), en Nicaragua se aprecia una tendencia al crecimiento del área, por el contrario en Honduras la tendencia es a la contracción. En relación con el área cosechada mundial, la suma de las áreas de los 2 países representa un poco más del 0.5%, con lo que ninguno de los países tiene capacidad de influir en los mercados internacionales, (ver tabla 1).

Tabla 1: Área cosechada de Caña de Azúcar en Nicaragua y Honduras

Área cosechada de Caña de Azúcar en Nicaragua y Honduras				
Año	Nicaragua Ha.	Honduras Ha.	El Mundo Ha.	Participación ambos países
2008	54,128	76,566	24,085,416	0.54%
2009	54,630	69,260	23,700,768	0.52%
2010	54,428	75,947	23,732,121	0.55%
2011	59,874	75,119	25,570,074	0.53%
2012	67,552	69,716	26,094,627	0.53%
2013	71,567	72,500	26,522,734	0.54%

Fuente: FAOSTAT,

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, 14 de noviembre 2014

Los datos de Honduras son estimados por FAO para el 2008, los datos de "El Mundo" incluye estimaciones de la FAO y datos oficiales de los países

En el año 2013 la producción de Nicaragua fue de 7,026 miles de toneladas y en Honduras de 6,096 miles de toneladas, en el período 2008 – 2013, Nicaragua presenta una tendencia sostenida al crecimiento a una tasa promedio de 8.5% anual, en Honduras después de una caída en el año 2011 se observa una recuperación en los años siguientes hasta alcanzar en 2013 prácticamente los mismos niveles de 2008 (ver tabla 2). Así mismo, los rendimientos en el caso de Nicaragua se incrementaron en todo el período mientras en el caso de Honduras presentan la misma tendencia que la producción.

Tabla 2: Producción de Azúcar en Nicaragua y Honduras

Producción de Azúcar en Nicaragua y Honduras Toneladas				
Año	Nicaragua Ton	Honduras Ton	El Mundo Ton	Participación ambos países
2008	4,304,855	6,141,719	1,728,727,033	0.60%
2009	5,115,536	6,895,340	1,687,233,998	0.71%
2010	4,893,927	6,490,645	1,700,648,436	0.67%
2011	5,431,134	5,724,561	1,807,957,018	0.62%
2012	6,718,247	5,860,502	1,842,266,284	0.68%
2013	7,026,599	6,096,000	1,877,105,112	0.70%

Fuente: FAOSTAT,

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, 14 de noviembre 2014

Los datos de Honduras son estimados por FAO para el 2008, los datos de "El Mundo" incluye estimaciones de la FAO y datos oficiales de los países

Lo anterior se justifica en; (i) precios internacionales y domésticos favorables, (ii) Incrementos en los rendimientos, (iii) mejoras en los ingresos asociadas a la diversificación de productos que utilizan como base la Caña de Azúcar (principalmente Etanol) y en el acceso a mercados que ofrecen trato preferencial al Azúcar provenientes de ambos países (cuota establecida en el tratado comercial de los países centroamericanos con los Estados Unidos y posibilidad de incrementar las exportaciones a la UE asociado al Acuerdo de Asociación (ADA) con esa región) y (iv) la posibilidad de un incremento en la

demanda mundial de Azúcar especialmente en Asia, que genera expectativas de crecimiento para los próximos años.

A la producción de Caña de Azúcar se asocian un conjunto de efectos negativos sobre el medio ambiente, que van desde el cambio en el uso de los suelos, inherente a la actividad agropecuaria en especial a los monocultivos. El cultivo y el procesamiento de la Caña es exigente en el uso de agua, además, las labores de preparación de tierra que degradan los suelos, contribuyen en conjunto con el uso de agroquímicos, a la sedimentación y contaminación de las fuentes de agua.

Desde la perspectiva de la mitigación y adaptación al cambio climático, en el caso del cultivo de Caña de Azúcar, la disponibilidad, calidad y uso del agua, es un tema crítico para la sostenibilidad del rubro y de las comunidades aledañas a las zonas productoras. Por ello se propone avanzar en el conocimiento de las implicaciones ambientales y económicas de los efectos del cambio climático en una microzona en las que se cultiva la Caña de Azúcar, a través de la evaluación de la huella hídrica en plantaciones de este rubro

III. Cálculo de la huella hídrica: Metodología⁸

“La huella hídrica de un producto es el volumen de agua utilizada para producirlo, medido a lo largo de la cadena de suministro. Es un indicador multidimensional, que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuentes y volúmenes de contaminación por cada tipo de contaminación, y cuyos componentes de huella hídrica total pueden ser especificados

⁸ La metodología en el caso de la Huella Hídrica es una adaptación práctica del Manual de Evaluación de la Huella Hídrica; Definiendo una Norma Global, 2010 (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, Manual de Evaluación de la huella hídrica; Definiendo una norma global, 2010)

geográfica y temporalmente. (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, Manual de Evaluación de la huella hídrica, 2010)”.

Este método de análisis distingue entre 3 tipos de aguas según su procedencia y características; El agua azul, verde y gris:

- La **huella hídrica azul** se refiere al consumo de los recursos de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto. “El consumo” se refiere a la pérdida de agua de la masa de agua disponible del suelo y de la superficie en un área de captación. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, vuelve a otra zona de captación, al mar o se incorporan al producto.
- La **huella hídrica verde** se refiere al consumo de los recursos de agua de lluvia en la medida en que no se pierde por filtro o río abajo.
- La **huella hídrica gris** se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes más allá de las concentraciones naturales del lugar y la calidad del agua.” (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, Manual de Evaluación de la huella hídrica; Definiendo una norma global, 2010).

Como indicador de "uso del agua", la huella hídrica se diferencia de la medida clásica de "extracción de agua" en tres puntos;

- No incluye el uso del agua azul que se devuelve de donde vino.
- No se limita al uso del agua azul, incluye también el agua verde y gris.
- No se limita al uso directo de agua, sino que también incluye el uso del agua indirecto.

“Evaluación de la huella hídrica” se refiere a toda una gama de actividades para (i) cuantificar y localizar la huella hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor o de cuantificar en el espacio y el tiempo la huella hídrica de una zona geográfica específica, (ii) evaluar la sostenibilidad ambiental, social y económica de esa huella hídrica y (iii) formular una estrategia de respuesta. En términos generales, el objetivo de evaluar las huellas hídricas es analizar cómo las actividades humanas o de productos específicos afectan a las cuestiones de escasez de agua y su contaminación y ver cómo las actividades y los productos puedan ser más sostenibles desde la perspectiva del agua.

Las estadísticas disponibles sobre "el uso del agua azul" en la agricultura en general, muestran la extracción total de agua para riego únicamente, y no el uso consuntivo total del agua azul. La medición de la evapotranspiración del agua de un campo es una tarea ardua. Y aun cuando la evapotranspiración total se midiera, se necesitaría estimar qué parte

del total es de agua azul. Por lo tanto en general nos basaremos en modelos de balance de agua que utilizan datos sobre el clima, el suelo, las características del cultivo y de riego actual como datos de entrada.

La huella hídrica total de un cultivo es la suma de los componentes verde, azul y gris:

$$HH_{\text{TotalCult}} = HH_{\text{Azul}} + HH_{\text{verde}} + HH_{\text{gris}}$$

Cálculo de la Huella Hídrica azul;

$$HH_{\text{azul}} = \text{Agua Azul Evaporada} + \text{Agua Azul Incorporada}$$

El primer componente, la evaporación, es generalmente el más importante. Por lo tanto se verá a menudo que los usos consuntivos se equiparan con la evaporación, otros componentes deben ser incluidos cuando sea pertinente. Todo lo relacionado con la producción cuenta como evaporación, incluyendo el agua que se evapora durante el almacenamiento de agua (por ejemplo, en depósitos de agua artificiales), transporte (por ejemplo, en canales abiertos), el tratamiento (por ejemplo, la evaporación del agua caliente que no se recoge) y la recogida y eliminación (por ejemplo, de canales de drenaje y de plantas de tratamiento de aguas residuales).

El segundo componente se refiere al agua que es incorporada al cultivo, por lo general esta representa una fracción pequeña de la evotranspiración, se puede encontrar ese componente de la huella hídrica con sólo fijarse en el porcentaje de agua del producto cosechado. Para las frutas se sitúa generalmente en el rango de 80-90% de la masa húmeda, para las hortalizas a menudo el 90-95%. El agua incorporada es típicamente del orden de 0,1 % del agua evaporada.

Finalmente expresaremos todas las huellas hídricas por unidad de producto, a saber, en volumen de agua por unidad de masa. Por lo general, expresamos huellas hídricas de proceso en la agricultura como m^3/ton .

Cálculo de la Huella Hídrica verde;

$$HH_{\text{verde}} = \text{Agua Verde Evaporada} + \text{Agua Verde Incorporada}$$

Las definiciones para este componente son similares que las indicadas para la Huella Hídrica Azul. La distinción entre la huella hídrica azul y verde es importante porque los impactos hidrológicos, ambientales y sociales, así como los costos de oportunidad económica del agua superficial y el uso de aguas subterráneas para la producción difieren

claramente de los impactos y los costes del uso de agua de lluvia. Los componentes Huella Hídrica azul y verde se expresan en metros³ por tonelada, dividiendo el consumo de cada componente entre los rendimientos de campo del cultivo.

Cálculo de la huella hídrica gris se calcula dividiendo la carga contaminante (L, en la masa / tiempo) por la diferencia entre el estándar de calidad de agua de este contaminante (c_{max} , la concentración máxima aceptable, en masa / volumen) y su concentración natural en el cuerpo de agua (c_{nat} , en masa / volumen). La carga contaminante L es generalmente una fracción del volumen aplicado de agroquímicos al cultivo, que por escorrentía o percolación llegan hasta los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

$$HH_{gris} = \left(\frac{L}{c_{max} - c_{nat}} \right) / Y$$

Donde “L” es igual a; $\alpha \times AR$, α es la fracción del contaminante aplicado que por lixiviación y escorrentía, llega hasta los cuerpos de agua y “AR” es la cantidad de producto químico aplicado al cultivo en kg/ha.

La concentración natural en un cuerpo de agua receptor es la concentración en el cuerpo de agua que se produciría si no hubiera perturbaciones humanas en la cuenca. Para las sustancias artificiales que de forma natural no se producen en el agua, $c_{nat} = 0$. Cuando las concentraciones naturales no se conocen con precisión pero se estiman bajas, por simplicidad se puede suponer $c_{nat} = 0$. Esto, sin embargo, da lugar a un c_{nat} de la huella hídrica gris subestimada cuando en realidad no sea igual a cero, finalmente “Y” es el rendimiento de campo del cultivo en toneladas.

Los cálculos de huella hídrica gris se realizan con las normas ambientales de calidad del agua para el cuerpo de agua dulce que las reciben, es decir, las normas con respecto a las concentraciones máximas permisibles. La razón es que la huella hídrica gris tiene como objetivo mostrar el volumen necesario de agua natural para asimilar productos químicos. Las normas de calidad ambiental del agua son una categoría específica de las normas de calidad del agua. Otros tipos de normas son por ejemplo las normas de calidad del agua potable, o las de riego y normas de emisión (o de efluentes). En caso de que no existan normas de calidad ambiental para el cuerpo de agua a evaluarse se puede recurrir a cualquiera de estas con las reservas del caso.

El estándar de calidad de agua puede variar de un cuerpo a otro de agua para una sustancia en particular. Además, la concentración natural puede variar de un lugar a otro. Como resultado, una carga contaminante determinada puede dar lugar a una huella hídrica gris en un lugar y a otra diferente en otro lugar. Esto es razonable, ya que el volumen de agua

necesaria para la asimilación de una carga de contaminantes determinados puede ser diferente en función de la diferencia entre el máximo permitido y la concentración natural.

Cuando la carga en un cuerpo de agua que fluye alcanza una cierta "carga crítica", la huella hídrica gris será igual a la escorrentía, lo que significa que la escorrentía total se destina a la asimilación de desechos. La carga crítica (L_{crit} , en masa / tiempo) es la carga de contaminantes que consumen totalmente la capacidad de asimilación del cuerpo de agua receptor. Se puede calcular multiplicando la escorrentía de la masa de agua (R , de volumen / tiempo) por la diferencia entre la concentración máxima aceptable y natural. El concepto de "carga crítica" es similar a la "carga máxima total diaria" (TMDL) desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

La Huella Hídrica calculada para el agua azul y verde se equipara al consumo de ese tipo de agua para cada componente o Consumo de Agua del Cultivo (CAC). El consumo de agua del cultivo tiene como principal componente la evotranspiración diaria (ET mm/día) durante el período de crecimiento completo del cultivo, es decir; es la suma de las evapotranspiraciones diarias desde la siembra hasta la cosecha del cultivo.

$$\text{Consumo de agua del cultivo (CAC)}_{\text{azul o verde}} = 10 \times \sum_{d=1}^{DPC} ET_{\text{azul o verde}}$$

El factor 10 convierte la profundidad del agua medida en mm a volúmenes de agua de superficie en m³/ha. La suma se realiza sobre el período comprendido entre el día de la siembra (día 1) hasta el día de la cosecha (DPC es igual a la Duración del Período de Crecimiento en días). Dado que las diferentes variedades de cultivos pueden tener diferencias sustanciales en la duración del período de crecimiento, este factor puede influir significativamente en el uso de agua del cultivo calculado.

III.1. El cálculo de la evapotranspiración

Las estadísticas disponibles sobre "el uso del agua" en la agricultura en general, muestran la extracción total de agua para riego únicamente y no el uso consuntivo total del agua. La medición de la evapotranspiración del agua de un campo es una tarea ardua y aun cuando la evapotranspiración total se midiera, se necesitaría estimar qué parte del total es de agua azul (agua para riego). Por lo que en general nos basaremos en modelos de balance de agua que utilizan datos sobre el clima, el suelo, las características del cultivo y de riego actual, como datos de entrada.

El cálculo de la evapotranspiración se efectuará según recomendación de (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010) con los programas Cropwat 8.0 y Climwat 2.0 ambos de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés).

III.2. El Clima y la Caña de azúcar

En la actualidad el cambio climático figura entre los retos de mayor trascendencia para la humanidad. Existe evidencia científica sobre los cambios que se están manifestando y también sobre la relación entre éstos y las actividades humanas que los han ocasionado (Pachauri, 2008). El debate relacionado gira alrededor de como desacelerar el cambio climático futuro y cómo lograr que la población se adapte a los cambios que ya se manifiestan y a los que se prevé se presentarán, así como, a la reducción de la incertidumbre en los sistemas de pronóstico actuales. El cambio climático es un problema emergente en nuestras sociedades, que en algunos casos se suma a los existentes, pero que en general complejiza muchas de las dificultades que nuestras sociedades ya enfrentaban para su desarrollo.

Pese a que se ha observado que la Caña de azúcar es un cultivo resiliente, es decir; que tiene capacidad de absorber las alteraciones climáticas con bajos efectos en su capacidad de producción, los cambios observados en el clima cuando se relacionan con el comportamiento del cultivo indican que deben esperarse efectos de consideración sino se impulsan acciones de mitigación y adaptación (Melgar & Quemé, 2014).

La Caña de azúcar requiere de determinadas condiciones climáticas para su correcto desarrollo, temperaturas mínimas muy bajas o muy altas afectan su normal desarrollo, así como, la disminución de la amplitud térmica (diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas) en especial cuando dicha reducción se produce con un aumento de la temperatura mínima a mayor velocidad que la máxima (Guerra & Hernández , 2014) (Castro & Suarez, 2014). La Caña de Azúcar es altamente susceptible a anegaciones de los campos (excesos de lluvias) y a la sequía. Durante el período previo a la cosecha, se considera ideal la disminución de la humedad para reducir el crecimiento y favorecer la formación y concentración de azúcares. En los períodos secos del año el cultivo requiere de riego, por lo que es clave la disponibilidad de agua para estos fines.

El fenómeno meteorológico que más influye en el comportamiento del clima en nuestra latitud es, sin lugar a dudas, el conocido como: El Niño (cuando el episodio es cálido) o La Niña (cuando el episodio es frío), cuyo nombre científico es ENSO (El Niño-Southern Oscillation), el cual consiste en un cambio en los patrones de movimiento de las corrientes marinas en la zona intertropical. Entre sus principales efectos en nuestra latitud destacan cambios en el comportamiento de la radiación global, patrón de lluvia, humedad relativa y temperatura.

El ENSO es la principal causa de la fluctuación de la cantidad de la radiación global que llega a la superficie terrestre en nuestra latitud. En años con incidencia de ENSO-Episodio

frío (La Niña), se incrementa los sistemas de baja presión que genera períodos de mayor nubosidad de lo normal, por lo que la cantidad de energía solar que llega a la superficie terrestre se reduce, afectando el proceso de fotosíntesis en la caña de azúcar. Caso contrario ocurre en años con incidencia de ENSO-Episodio cálido (El Niño), los sistemas de alta presión aumentan en la época de lluvias, causando que las canículas se prolonguen y exista mayor cantidad de días con cielos despejados.

IV. Disponibilidad de Información

El cálculo de la Huella Hídrica y el análisis de los efectos del cambio climático de un cultivo requieren de información meteorológica precisa, esto es que dicha información refleje de la mejor manera posible las condiciones del clima de los sitios de estudio. La disponibilidad de información meteorológica en Nicaragua y Honduras es limitada para las zonas productoras de Caña aledañas al Golfo de Fonseca. En Nicaragua la estación más próxima a la zona de estudio está en la ciudad de Chinandega (Código: 64 018) a 60 msnm, la información correspondiente fue proporcionada por el Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental (CIDEA – UCA obtenidos de INETER) e incluye únicamente información sobre precipitación y temperatura para el período 2007 – 2012 (Ver anexo 3.a y 3.b y 4.a y 4.b).

La información faltante se tomará de las estaciones más próximas a la zona de estudio, incluidas en la base de datos de la FAO, que en el caso de Nicaragua es la estación Las Mercedes ubicada en el departamento de Managua. En el caso de Honduras se cuenta con la información que se requiere para correr CROPWAT 8.0 de la estación Choluteca (estación número 1725, base de datos de la FAO, CLIMWAT 2.0) situada a una elevación de 48 msnm.

Los datos de suelos se tomarán en el caso de Nicaragua de entrevistas realizadas a productores de la zona de estudio y en el caso de Honduras del “Diagnóstico de 16 Municipios de la Región Sur de Honduras; Cuenca del Golfo de Fonseca” (ICADE, 2001). Lo que constituye una generalización importante dado que seguramente existen diferencias relevantes en los grupos de suelos en los que se siembra Caña de Azúcar, no obstante, identificar cada tipo de suelo específico y agruparlos constituye en sí mismo una investigación que en algún momento se deberá abordar.

Los datos de rendimiento y producción de campo se refieren a la Caña de Azúcar que es procesada por los ingenios de ambos países. Se asumió que toda el área procesada por los ingenios usa riego en su proceso productivo, lo que no debería estar lejos de la realidad si se considera que los ingenios brindan asistencia técnica a los productores independientes y ofrecen ciertas facilidades a los mismos para su tecnificación, dado que los rendimientos en sacarosa son básicos para la eficiencia del procesamiento agroindustrial de la Caña.

El cálculo de la Huella Hídrica gris presenta inconvenientes adicionales entre los más importantes figuran;

- (i) Solo existe estudio de la carga de nitrógeno que llega a los cuerpos de agua por lixiviación o escorrentía desde los campos de cultivo, como promedio internacional. Para los otros agroquímicos no existen referencias y a nivel de las localidades no se dispone de estudios para ninguno (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010). Por lo que probablemente se subestime el cálculo de la Huella Hídrica del cultivo debido a que el consumo de agua para diluir organofosforado u organoclorados seguramente es mayor que la requerida para el nitrógeno. Además, no se dispone de información sobre la concentración natural por lo que se asume que es $C_{nat} = 0$ y al ser la diferencia entre la concentración permisible y la natural, divisor de la carga de nitrógeno, el resultado es una Huella Hídrica reducida por falta de información.
- (ii) En Honduras y Nicaragua solo existen normas de calidad del agua para el nitrógeno (en nitritos y nitratos) y en relación con el agua potable, en esta se establecen los niveles máximos permisibles de nitratos, no existen mediciones de los niveles naturales, por lo que se asumirá que este es cero. El contenido de nitrógeno en los nitratos es de poco menos de 23% (El Nitrógeno, S/F) (Ramos, Sepúlveda, Berbegall, & Romero, 2014).
- (iii) No se dispone de estudios sobre el uso de fertilizantes nitrogenados en las áreas de estudio, que indiquen el volumen efectivo que se aplica. La cantidad de nitrógeno por hectárea que se aplica al campo depende de un conjunto de factores entre los que figuran las variedades, si se trata de caña en el primer año de plantada o caña soca, del nivel de nitrógeno (mineral) existente en el campo, del volumen de materia orgánica existente en el campo y de los rendimientos esperados.

V. Los resultados

V.1 Cambio climático y Caña de Azúcar

El estudio de Otto Castro y Alfredo Suárez “La Meteorología en Caña de Azúcar” (Castro & Suarez, 2014), muestra evidencia de que los episodios del ENSO en Guatemala inciden directamente en los rendimientos de campo (toneladas cortas por hectáreas (TCH)) y en los rendimientos industriales Libras de Azúcar/TC.

“Cuando se analiza la historia productiva de la zona cañera de Guatemala, se observa que durante los años con ENSO-Episodios cálidos se han obtenido los rendimientos más altos, principalmente, a partir de la década del 2000 cuando se han alcanzado toneladas de caña por hectárea hasta de 103, como sucedió en la zafra 2009/2010. La pendiente indica que por cada año que se ha presentado este episodio se alcanza 1.17 TCH más. Mientras que en años con ENSO-Episodios fríos no se ha superado las 91 TCH máximo, que se obtuvo en el año 2008 (año ENSO-episodio frío calificado como débil). La pendiente indica que por cada año que se ha presentado este episodio se alcanza 0.82 TCH más, 0.35 TCH menos si se compara con el ENSO-Episodio cálido.” (Castro & Suarez, 2014, págs. 451 - 462).

En la caña de azúcar, los efectos negativos o positivos del ENSO se producen en la estación lluviosa, principalmente del 18 de abril al 20 de agosto (período en que se recibe la mayor cantidad de energía en la latitud 14°). Por ejemplo, en un año de baja producción en Guatemala como la zafra 2010/2011 (ENSO-Episodio frío), la energía solar en el período de lluvia (mayo-septiembre) se redujo con un máximo de 47 por ciento, mientras que en un año con alta producción como la zafra 2009/2010 (ENSO-Episodio cálido), la reducción máxima fue de 36 por ciento. Se observa que en la zafra 2009/2010 la reducción de la cantidad de radiación global en agosto, mes determinante en la fisiología de la caña, es más baja que los otros años indicados.

Del mismo modo los rendimientos industriales se asocian a la amplitud térmica (diferencia entre temperaturas máximas y mínimas en un período de tiempo), durante el Niño (ENSO episodio cálido) la amplitud térmica se incrementa, determinando un mayor brillo solar (o radiación global), el incremento de la amplitud térmica en el período de maduración de la Caña (30 – 45 días antes de la zafra) provoca una mayor acumulación de sacarosa.

El comportamiento del ENSO proporciona elementos técnicos claros sobre los efectos en la producción de caña; para un año con presencia de un ENSO Episodio cálido, en el período de mayo a diciembre, deberá crearse expectativas positivas sobre la producción, especialmente cuando en agosto existe una cantidad de energía mayor a 20 MJ/m2/día.

Caso contrario con un ENSO-Episodio frío, en el período de mayo a diciembre, deberá considerarse expectativas negativas sobre la producción. En ambos casos, la aplicación adecuada de tecnología permitirá minimizar los efectos, como ejemplo, el uso del balance hídrico en la tecnología del riego (años Niño) y el uso de la tecnología de drenaje en los períodos de excesos de agua (años Niña). Mientras que con un ENSO-Episodio neutro no se esperan condiciones extremas en cuanto a comportamiento de brillo solar y, por consiguiente, en la producción.

En un ENSO Episodio frío (La Niña), se traduce a más lluvia en el período seco, de esta forma, se presentan lluvias aisladas la mayoría de veces intensas, desde el punto de vista agro meteorológico representa una entrada del invierno más temprano. Este período se caracteriza por presentar muchos días con nubosidad. La entrada del invierno puede establecerse entre el 31/marzo al 10/mayo. En un ENSO-Episodio cálido (El Niño), se traduce a más sequía, principalmente cuando los índices ONI (Oceanic Niño Index) son altos. El invierno entra más tarde y existe menos nubosidad. Cuando los registros de los índices ONI son mayores a 1.8 (Niño con calificación fuerte) el invierno puede presentarse hasta el 25 de mayo como sucedió en el año 1998, año en el cual no existieron lluvias aisladas intensas en el período de verano.

El exceso de lluvia concentrada en episodios cortos que anegan los suelos tiene efectos de consideración en los rendimientos de la Caña. Datos proporcionados por el ingenio Madre Tierra (Guatemala) revelaron que las fuertes precipitaciones en la época lluviosa las cuales incluyen aquellas suscitadas por las tormentas Agatha, Alex y Matthew, durante la zafra 2010-2011, afectaron en gran medida la producción del cultivo de la caña. Para cinco zonas de producción, las lluvias de casi 2,000 mm que, en otras localidades rebasaron los 3,000 mm, provocaron la disminución en rendimiento del 10 por ciento al 28 por ciento comparado con la zafra 2009-2010 (ingenio Madre Tierra, 2011 citado por (Guerra & Henández, El Cambio Climático y el Cultivo de Caña de Azúcar, 2014). Además estos eventos implican en muchas ocasiones daños a los suelos por erosión hídrica.

V.2 Temperatura y Caña de Azúcar

En la literatura internacional se plantean diversos márgenes de amplitud térmica óptimos para el cultivo de la Caña de Azúcar;

“La temperatura óptima para la germinación de las yemas y el desarrollo del cultivo se ubica entre los 27 y 33°C.” (Arias Flores , 2008)

“La temperatura óptima de germinación oscila entre 32-38°C.” (Redacción Infoagro, S/F)

“Las temperaturas óptimas de brotación y macollaje fluctúan entre los 28-32°C. Es de interés destacar que los valores citados presentan diferencias varietales, y también están en función de la disponibilidad hídrica. En cuanto al período de gran crecimiento, temperaturas inferiores a 16-17°C afectan el crecimiento vegetativo, manifestando su óptimo térmico entre 28-35°C.” (Romero, Digonzelli, & Scandalariis, 2012).

“Requiere de un clima húmedo caliente, alternando con períodos secos y temperaturas entre los 16 y 30 grados centígrados.” (Duke, James, Handbook of Energy Crops, 1983, Inedito. Citado por (Ramírez, 2008).

Las divergencias probablemente se relaciona con las diferencias entre las variedades, disponibilidad de agua, efecto combinado de variables climáticas y latitudes en la que se siembra el cultivo, el estudio de (Castro & Suarez, 2014) indica que una disminución de la amplitud térmica, especialmente de la temperatura mínima 30 – 45 días antes de la zafra provocan disminuciones en los rendimientos de azúcar por tonelada de caña cortada, de acuerdo con estos autores la asociación a través de la correlación de Pearson entre la variable temperatura (temperatura promedio mínima de 30 y 45 días acumulado antes de la cosecha) y el rendimiento de azúcar comercial fueron de -0.74 y -0,73. El coeficiente de regresión indica que por cada grado centígrado que aumenta la temperatura mínima, el rendimiento de azúcar disminuye en 10.541 libras por tonelada de caña.

El aumento de la temperatura podría implicar que zonas en las que actualmente no es posible sembrar Caña por temperaturas bajas se trasformen en aptas para el cultivo, pero también que zonas en las que actualmente se siembra como las zonas costeras dejen de ser aptas. El aumento en la temperatura hará que los requerimientos de riego sean mayores debido al aumento en la evapotranspiración. Si éstos se combinan con temporadas muy secas, la demanda de agua para riego crecería aún más. (Guerra & Hernández , El Cambio Climático y el Cultivo de Caña de Azúcar, 2014).

En síntesis los ENSO episodio cálido benefician el crecimiento del cultivo en determinados períodos del crecimiento y mejoran la acumulación de sacarosa en el período de maduración de la Caña, pero también retardan la entrada del invierno, aceleran la salida, prolongan la canícula y tienen un efecto inverso al observado en el invierno sobre esta, todo lo cual incrementa la necesidad de usar riego, por disminución en los patrones de lluvia pero también por el incremento de la evotranspiración, dado que el cultivo es altamente susceptible a la sequía (Guerra & Henández, 2014). Además ENSO episodios Niña al incrementar la nubosidad disminuyen la radiación solar, provocando menores rendimientos de campo e industriales, esto es manifiesta especialmente en canículas cortas y en los períodos de maduración de la planta.

Por otro lado, el exceso de humedad, por ejemplo; el aumento de lluvias intensas en episodios aislados, tiene efectos negativos sobre el normal desarrollo del sistema radicular de la planta, aumentando las raíces adventicias en detrimento de las raíces primarias (Guerra & Hernández , 2014), aunque existen variedades resistentes a la humedad, en general esta es una tendencia del cultivo que afecta los rendimientos industriales, en especial en el período previo a la cosecha.

En este sentido, la adaptación y la sostenibilidad del desarrollo del cultivo requiere; (a) mejorar y hacer más eficientes los sistemas de riego, incluida la disponibilidad de agua, (b) mejorar el drenaje de los suelos que lo requieren, (c) desarrollar obras que reduzcan los riesgos de inundaciones, así como las que incrementen el manto freático, (d) mejorar el monitoreo, análisis y pronósticos regionalizados de las variables climáticas en las zonas donde se siembra el cultivo y su relación con el comportamiento de los rendimientos del cultivo, (e) Desarrollo de nuevas variedades resistentes a la sequía, eficientes al consumo de agua y tolerante para temperaturas más altas que las actuales.

VI. Huellas Hídricas en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca en Honduras y Nicaragua

En esta sección se calculan las Huellas Hídricas de Honduras y Nicaragua, en el primero de los casos los cálculos efectuados son válidos para los ingenios Azucarera La Grecia y Azucarera Choluteca, debido a que la planta de procesamiento se encuentran a 2.5 km de distancia en línea recta y los plantíos de Caña se encuentran prácticamente en la misma zona. En Nicaragua el ingenio Monte Rosa (del grupo Guatemalteco Pantaleón) es prácticamente el único que opera en la zona, el siguiente ingenio es el San Antonio ubicado a 28 km en dirección sur - sureste respecto del Monte Rosa, en paralelo a la costa del Pacífico, alejándose en la misma medida de las costas del Golfo haciendo poco rentable su operación en la zona de estudio por el tema del transporte.

VI.1 Honduras: Huella Hídrica de la Caña de Azúcar en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca

La zona de estudio se ubica al sur – occidente de Honduras en el departamento de Choluteca, operan dos ingenios Azucarera La Grecia S. A. (Pantaleón) un poco más próximo al Golfo de Fonseca (13°14'30.75" Norte y 87°21'10.49" Oeste) y Azucarera Choluteca S. A. (ACHSA) (13°15'12.55" Norte y 87°19'56.33" Oeste), ambos tienen sus complejos agroindustriales en el municipio de Marcovia. La planta del ingenio Azucarera La Grecia se encuentra a unos 11.5 km de las costas del Golfo de Fonseca y Azucarera Choluteca a unos 14 km.

VI.1.a Cálculo de la Huella Hídrica azul y verde Honduras; evapotranspiración

El método para el cálculo de la precipitación efectiva es el USDA Soil Conservation Service, a través del cual el programa convierte la precipitación total en precipitación que puede ser aprovechada por el cultivo. El período entre la siembra y la cosecha se tomó de (Cerrato Urbina, 2007) & (Espinoza, 2014), estos autores proponen un período de 360 días entre la siembra y la cosecha, no obstante el programa asignó por defecto 365 días. La fecha de siembra en este caso es el 16 de febrero y la cosecha el 15 de febrero del año siguiente.

Los suelos son de origen volcánico y de depósitos de aluviones de montaña. Los tipos de suelos más importantes que predominan en la región sur occidental de Honduras, de acuerdo con la clasificación nacional de ellos, son pantanos y ciénagas, suelos aluviales de textura gruesa bien drenados, suelos Coray, suelos Pespire y suelos Chinampa. Debido a que no se cuenta con la ubicación específica de las plantaciones de Caña de Azúcar y a que la mayoría de estos suelos son franco arcillosos y arcillosos limosos, se decidió asumir una posición conservadora respecto al predominio del tipo de suelos en los que se encuentra el cultivo, seleccionándose el suelo Medium (loam⁹) de la base de datos de suelos de la FAO.

Por otro lado, se seleccionó la opción de riego; “regar a 80% del agotamiento crítico”, es decir, que se programa la aplicación de una lámina de riego antes que el cultivo sufra de estrés hídrico, la aplicación de la lámina se programa a “capacidad de campo”, definida como la cantidad de agua que un suelo bien drenado retiene contra las fuerzas gravitacionales, es decir, la cantidad de agua restante cuando el drenaje ha disminuido notoriamente. Se expresa como un porcentaje o en mm por metro² de suelo. Finalmente se supone una eficiencia del riego de 90%.

Los valores obtenidos de esta forma con CROPWAT 8.0 para la programación de riego pueden verse en el manual aplicado en anexo. 5. El resumen de los resultados finales para el cálculo de la evapotranspiración azul y verde, se muestra en la tabla (3).

Siguiendo la metodología de Water Footprint Network (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010), para calcular la evapotranspiración de agua azul, se toman los “Requerimientos Reales de Riego”, se convierten a agua de superficie en m³ y el resultado se divide entre los rendimientos (ver manual aplicado en anexo. 3), para el cálculo de la evapotranspiración de agua verde se toma la “Precipitación Efectiva” y se realiza el mismo procedimiento. Ver resultados en la tabla 6, columna evapotranspiración.

⁹ El Loam es una roca sedimentaria detrítica incoherente, de granos sueltos, con proporción equilibrada de partículas de arena, limo y arcilla. Estos suelos son consistentes con los reportados para la zona de estudio por el Diagnóstico de 16 Municipios de la Región Sur de Honduras; cuenca del Golfo de Fonseca, (ICADE, 2001).

Tabla 3: Programación de Riego (Evapotranspiración); Resumen de totales

Cultivo de Caña de Azúcar, Choluteca, Republica de Honduras Resumen de totales Resultados Obtenidos con CROPWAT 8.0					
Lámina bruta total	764.9	mm	Precipitación total	1791	mm
Lamina neta total	688.4	mm	Precipitación efectiva	1241	mm
Perdida total de riego	0	mm	Perdida total de precipitación	549.7	mm
Uso real de agua del Cultivo	2023.6	mm	Def. de humedad en cosecha	133.1	mm
Uso pot. De agua del cultivo	2023.6	mm	Requer. Reales de riego	782	mm
Eficiencia prog. de riego	100	%	Eficiencia de precipitación	69.3	%
Deficiencia de prog. de riego	0	%			

VI.1.b Honduras; Cálculo del agua incorporada

El cálculo del agua incorporada considera un contenido de agua en la Caña de Azúcar de 70%, en la tabla 4 se puede observar diversas publicación en las que se indica dicho contenido, en este caso se tomó el dato modal, que se corresponde con el mínimo indicado, lo que se traduce en un aporte reducido a la Huella Hídrica de la Caña por concepto de agua incorporada al cultivo, esto es válido también para el caso de Nicaragua.

Esto implica que en una tonelada de Caña hay incorporado 0.70 m^3 de agua, está cifra se prorratea según el aporte de agua azul y verde al cultivo de acuerdo a la suma de los requerimientos de agua del cultivo y precipitación efectiva, y el peso de cada uno de ellos, de forma que el 39% lo aporta el agua azul y el 61% el agua verde (ver tabla 5).

Tabla 4: Contenido de agua Caña de azúcar

Caña de Azúcar % de Contenido de Agua Según diversas públicaciones	
Fuente	% agua
FAO ¹	75
Fisiología de la Caña de Azúcar ²	70
Morfología de Caña de Azúcar ³	70
Respuesta de rendimiento de los cultivos al agua (FAO) ⁴	70
Botanical - online.com ⁵	73 - 76
/1: FAO, Clasificación y definición de commodities /2: Torrez & Acosta, 2033 /3: Amaya Estévez, Et Al, 2009 /4: Steduto, Et. Al, 2012 /5: http://www.botanical-online.com/medicinalscanadeazucar.htm	

VI.1.c Honduras; Cálculo de la Huella Hídrica Gris

El cálculo de Huella Hídrica gris se efectuó considerando la contaminación por nitrógeno, debido a que solo para este agroquímico, existen referencias sobre la fracción del volumen aplicado en campo que llegan a los cuerpos de agua, en este caso es de 10% (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010). La concentración máxima se tomó de la norma de calidad del agua potable en Honduras 50 mg/l (Ministerio de Salud, 1995), para nitratos que como se indicó arriba contiene cerca de 23% de nitrógeno y por no existir estudios sobre la concentración natural se asigna a esta un valor de cero. Las recomendaciones del volumen de nitrógeno a aplicarse por hectárea se sitúa entre 80 y 150 kg/ha, dado que la aplicación específica depende de un conjunto de factores que no están dentro alcance del presente cálculo, se seleccionó 130 kg/ha de acuerdo con consulta efectuado a un agrónomo con años de experiencia en la producción de Caña de Azúcar en Nicaragua.

Con estos datos y considerando un rendimiento de 93.91 m³/ha, la Huella Hídrica Gris total para la Caña de Azúcar en la zona de estudio es de 12.04 m³/ton (ver tabla 5). Como se indicó esta cifra debe tomarse con prudencia, dado que por el estado actual del conocimiento, no se conoce si otros agroquímicos que se están utilizando en la zona y con capacidad de llegar a los cuerpos de agua, requieren de mayores cantidades de agua dulce para diluirse

Tabla 6: Honduras; Huella Hídrica gris de Caña de Azúcar

Caña de Azúcar Calculo de Huella Hídrica Gris Honduras cuencas del Golfo de Fonseca	
Concepto	Cantidades
Nitrogeno aplicado en kg/ha	130
Nitrogeno aplicado en ton/año	0.13
Lixiviado y escorrentia	0.1
Concentración máxima mg/l	11.5
Concentración máxima ton/año	0.0000115
Rendimientos ton/ha	93.91
Huella Hídrica gris m ³ /ton	12.04
Se aplica 130 kg/ha de nitrógeno La norma de calidad del agua potable en Honduras establece un máximo de 50 mg de nitratos, se convierte a nitrógeno considerando que los nitratos tienen 23% de nitrógeno y no se consideran perdidas por evaporación de nitrógeno. Se utiliza un 10% de lixiviado y escorrentía del nitrógeno aplicado al campo (que llegan hasta los cuerpos de agua) (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010) Se utilizan los rendimientos de campo reportados por APAH para el ciclo agrícola 2013 - 2014, es de 93.91 ton/ha.	

VI.1.d Huella Hídrica Total de la Caña de Azúcar en cuencas del Golfo de Fonseca en Honduras

La Huella Hídrica de la Caña de Azúcar del Departamento de Choluteca en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca es de 228.16 m³/ton. De acuerdo con los datos de APAH, Azucarera la Choluteca procesa 993,095.24 toneladas de Caña (APAH, 2015) y La Grecia 562,753.97, que suman en conjunto 1,555,850 toneladas de Caña, entre plantíos propios y de productores independientes, lo que implica que la Huella Hídrica de la producción de Caña en esta cuencas es de 354,197,744.45 m³ por año, sin considerar áreas de Caña que no fueron procesadas por los ingenios de la región.

Tabla 6: Calculo de huella Hídrica

República de Honduras Calculo de Huella Hídrica en Caña de Azucar en el Departamento de Choluteca en Cuencas Asociadas al Golfo de Fonseca			
Concepto	Evotranspiración m ³ /ton	Incorporada cultivo m ³ /ton	Total m ³ /ton
Huella Hídrica azul:	83.27	0.27	83.54
Huella Hídrica verde:	132.15	0.43	132.58
Huella Hídrica gris:			12.04
Totales	215.42	0.70	228.16

Por no contarse con una evaluación de los volúmenes de agua disponibles en las cuencas hidrográficas, ni las Huellas Hídricas del resto de actividades económicas de las zonas de producción o la Huella Hídrica de los consumidores en sus hogares, no es posible evaluar la sostenibilidad de la Huella Hídrica de la Caña, no obstante, de acuerdo con el “Proyecto de Recuperación Temprana” (Proyecto de Recuperación Temprana - PNUD Honduras, 2011), a la altura del puente que comunica la

ciudad de Marcovia, el caudal del río Choluteca es de 630 m³/s, lo que implica que la Huella Hídrica anual de la Caña de Azúcar para las dos empresas es el equivalente a 6.51 días del caudal del río en ese punto, lo que es significativo si se considera que este río es el de mayor caudal de la zona.

El cálculo de la Huella Hídrica realizado en el presente reporte es un 17% menor que cálculos efectuados para el mismo concepto en la zona de Choluteca (Bolaños Bolaños, 2011), esta autora calculó una Huella Hídrica de 273.3 m³/ton, el problema con este cálculo (y otros a los que se tuvo acceso) es que no tienen los datos que sirven de base para el mismo, lo que hace imposible avanzar la discusión del mismo. Otro estudio (Golcher B., 2013) encontró para Costa Rica en los cultivos de Café, Banano y Arroz, Huellas Hídricas sustancialmente menores que las reportadas por Bolaños, 2011, para estos mismos cultivos. Por otro lado, (Mekonnen & Hoekstra, 2010, pág. 24) calcularon para Caña de Azúcar con riego una Huella Hídrica global de 238 m³/ton, alrededor de un 5% por encima de la estimación que aquí se presenta para la zona de Choluteca Honduras.

VI.2 La Huella Hídrica de la Caña de Azúcar en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca en Nicaragua; el caso del Ingenio Monte Rosa

El Ingenio Monte Rosa (12°31'41.07" N y 87°02'41.53 O) se encuentra a 29 km del Golfo de Fonseca en dirección a la desembocadura del Río Estero Real y a 17 de Puerto Morazán (ubicado en la rivera del Río Estero Real), en dirección norte – noreste, parte de los cañales se encuentran en el Municipio de Puerto Morazán.

VI.2.a Cálculo de la Huella Hídrica Ingenio Monte Rosa (Nicaragua); evapotranspiración

De acuerdo a lo indicado los datos de precipitación y temperatura (máxima y mínima) fueron tomados de la estación Chinandega, el resto de datos climatológicos se toman de la estación Las Mercedes, ubicada en el Aeropuerto del mismo nombre ubicado en la ciudad de Managua a 112 km del Ingenio Monte Rosa. El resto de datos del cultivo y suelos se corresponden con las bases de datos de la FAO.

Los parámetros de riego y el método de cálculo de la precipitación efectiva, son similares a los establecidos para el cálculo de la Huella Hídrica de Honduras (tabla 6). El período entre la siembra y la cosecha también son iguales. El tipo de suelo seleccionado es el médium (Loam) de la base de datos de la FAO (ajustado con entrevistas). Los rendimientos del Ingenio Monte Rosa en el ciclo 2013 – 2014 fueron de 104.18 ton/ha (CNPA, 2014).

Tabla 7: Programación de Riego (Evapotranspiración); Resumen de Totales

Cultivo de Caña de Azúcar, Ingenio Santa Rosa, Republica de Nicaragua Resumen de totales Resultados Obtenidos con CROPWAT 8.0					
Lámina bruta total	817.6	mm	Precipitación total	2452.5	mm
Lamina neta total	735.8	mm	Precipitación efectiva	1070.6	mm
Perdida total de riego	0	mm	Perdida total de precipitación	1381.9	mm
Uso real de agua del Cultivo	1806.5	mm	Def. de humedad en cosecha	0	mm
Uso pot. De agua del cultivo	1806.5	mm	Requer. Reales de riego	735.8	mm
Eficiencia prog. de riego	100	%	Eficiencia de precipitación	43.7	%
Deficiencia de prog. de riego	0	%			

Con estos resultados la evapotranspiración azul es de 64.15 m³/ton y la verde 109.24, para un total por evapotranspiración de 173.39 m³/ton (ver tabla 8), un 6% inferior a los 215.42 m³/ton obtenidos en el caso de Honduras, esta diferencia se origina en el efecto combinado de; (i) mayores rendimientos en Nicaragua, (ii) mayor precipitación total (36%) y

precipitación afectiva (4%) en Nicaragua, y (iii) menores niveles en las temperaturas máximas y mínimas, de amplitud térmica, velocidad del viento, insolación y radiación.

VI.2.b Nicaragua; Cálculo del agua incorporada

Al igual que en Honduras se considera un contenido de humedad de 70% de la Caña fresca. Siempre prorrateando los aportes de agua azul y verde al total agua requerida por el cultivo, el agua azul incorporada al cultivo es de 0.26 m³/ton y de agua verde 0.44 m³/ton (ver tabla 8).

VI.2.c Nicaragua; Cálculo de la Huella Hídrica Gris

Para el cálculo de la Huella Hídrica gris se consideraron aplicaciones hasta de 130 kg/ha de nitrógeno y la concentración máxima se tomó de la norma de calidad del agua potable de Nicaragua, que corresponde a 10 mg/l de nitratos + nitritos (Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua, 2000), sustancialmente menor a la norma vigente en Honduras por el mismo concepto, lo que da como resultado un requerimiento de agua gris sustancialmente mayor que el reportado para Honduras. La Huella Hídrica gris resultante es de 54.25 m³/ton, un 350% por encima de la calculada para Honduras según resultados de la tabla 8.

Tabla 8: Nicaragua; Huella Hídrica gris. Ingenio Monte Rosa

Caña de Azúcar Calculo de Huella Hídrica Gris Nicaragua cuencas del Golfo de Fonseca	
Concepto	Cantidades
Nitrogeno aplicado en kg/ha	130
Nitrogeno aplicado en ton/año	0.13
Lixiviado y escorrentia	0.1
Concentración máxima mg/l	2.3
Concentración máxima ton/año	0.0000023
Rendimientos ton/ha	104.18
Huella Hídrica gris m ³ /ton	54.25
<p>Se aplica 130 kg/ha de nitrógeno</p> <p>La norma de calidad del agua potable de Nicaragua establece un máximo de 10 mg/l de nitratos + nitritos, se convierte a nitrógeno considerando que los nitratos tienen 23% de nitrógeno y no se consideran pérdidas por evaporación de nitrógeno.</p> <p>Se utiliza un 10% de lixiviado y escorrentía del nitrógeno aplicado al campo (que llegan hasta los cuerpos de agua) (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2010)</p> <p>Se utilizan los rendimientos de campo reportados por CNPA para el ciclo agrícola 2013 - 2014, es de 104.18 ton/ha.</p>	

VI.2.d Huella Hídrica Total de la Caña de Azúcar en cuencas del Golfo de Fonseca en Nicaragua.

La Huella Hídrica total del Ingenio Monte Rosa es de 228.35 m³/ton (ver tabla 9), el total de Caña procesada es de 2,722,233.08 toneladas, por lo que la Huella Hídrica total del Ingenio Monte Rosa y los productores independientes que le venden Caña es de 621,611,391.12 m³ por año de agua dulce. A fin de ofrecer un punto de comparación se tomaron datos ofrecidos por el documento; Ficha informativa de los humedales Ramsar: Deltas del Estero Real y Llanos de Apacunca del años 2000, en este se afirma que;

“Utilizando un promedio de 1,800 mm de lluvia en 6 meses en la cuenca de 3,767 km², el abastecimiento al Estero Real es de hasta 37.7 millones de m³/día, durante la estación lluviosa (Curie, 1994)” Citado por (UCA et. al., 2000, pág. 14).

Si se compara la Huella Hídrica total del Ingenio Monte Rosa con el abastecimiento de agua de la cuenca al Estero Real, la primera representa 22.14 días del caudal aportado por dicha cuenta. El río Estero Real es el de mayor caudal de la región, lo que hace del cultivo un gran consumidor de este importante recurso.

Tabla 9: Nicaragua; Calculo Huella Hídrica total, Ingenio Monte Rosa

República de Nicaragua Calculo de Huella Hídrica en Caña de Azúcar en Cuencas Asociadas al Golfo de Fonseca			
Concepto	Evotranspiración m ³ /ton	Incorporada cultivo m ³ /ton	Total m ³ /ton
Huella Hídrica _{azul} :	64.15	0.26	64.41
Huella Hídrica _{verde} :	109.24	0.44	109.68
Huella Hídrica _{gris} :			54.25
Totales	173.39	0.70	228.35

Por otro lado, la Huella Hídrica total por tonelada del Ingenio Monte Rosa prácticamente similar a la calculada para honduras; 228.16 m³/ton, aunque con una estructura bastante diferenciada (ver tabla 10), de forma que mientras las Huellas Hídricas azul y verde de Honduras aportan mayores proporciones al total, la Huella gris hace un aporte sustancialmente mayor en el caso de Nicaragua, por ejemplo; en el caso de Honduras la Huella gris es un 14% de la azul, en Nicaragua esta proporción es de 84%.

Tabla 10: Comparativo de aporte Nicaragua y Honduras

Nicaragua y Honduras Comparativo de aportes de tipo de agua a la Huella Hídrica en la Caña de Azúcar¹		
Concepto	Nicaragua	Honduras
Huella Hídrica azul:	28%	37%
Huella Hídrica verde:	48%	58%
Huella Hídrica gris:	24%	5%
Totales	100%	100%
/1: Porcentaje del total de Huella Hídrica de cada país		

VII. Conclusiones

En general el ENSO episodio cálido resulta positivo para la caña de Azúcar, en especial en los casos en los que; (i) aumenta la radiación solar, principalmente entre julio y agosto, y 30 – 45 días antes de la cosecha, (ii) Aumenta la amplitud térmica, (iii) No se presentan episodios con excesos de lluvias concentradas en pocos días, ni en los períodos del año considerados secos. Los ENSO episodios fríos, son negativos para la Caña sobre todo cuando se presentan condiciones climáticas en sentido contrario a las descritas. El aumento de la radiación solar es clave para los rendimientos de campo mientras la amplitud térmica es fundamental para la acumulación de sacarosa en la planta. No obstante, para estos episodios resulta clave mejorar la eficiencia de los sistemas de riego y garantizar la disponibilidad de agua para el riego, incluido la valoración de la capacidad de los acuíferos superficiales y subterráneos de la localidad.

Por otro lado, en los casos de episodios ENSO fríos se debe esperar una reducción en los rendimientos de campo, que se vinculan con eventos en los que se producen excesos de lluvias concentrados en pocos días, que afectan el normal desarrollo de la planta y los niveles de sacarosa en la misma, por lo que se requiere trabajar en función de la preparación de los suelos orientado el esfuerzo a mejorar el drenaje de estos.

El aumento general de la temperatura que se asocia al cambio climático, podría implicar que zonas que actualmente se siembran con Caña dejen de ser aptas para el cultivo, pero también que zonas que actualmente no son aptas lleguen a serlo. Lo que es un problema para las empresas productoras de Azúcar pero también para los productores que venden a los ingenios y las familias que dependen del cultivo para sobrevivir. Esto llama la atención

sobre la necesidad de avanzar en pronósticos micro localizados, vinculándolos con los planes de desarrollo territorial, así como de estrategias contingentes de transición, que reduzcan la incertidumbre y los posibles efectos traumáticos de este tipo de cambios.

También requiere de mejorar el sistema de monitoreo y el análisis de los datos especialmente en lo que se refiere al comportamiento de las variables meteorológicas y sus efectos en la caña (y en el resto de cultivos en la zona), así como del desarrollo de alternativas económicas para los productores cuyas áreas dejen de ser aptas para este cultivo.

Mejorar el monitoreo de plagas y enfermedades que en las condiciones climáticas previstas tienen capacidad de emerger y convertirse en un problema para el cultivo, desarrollando mecanismos de control amigables con el ambiente, en especial con el agua y la emisión de gases de efecto invernadero. Por otro lado, se requiere de dinamizar la investigación en nuevas variedades adaptadas al comportamiento esperado del clima, que como se conoce requiere de ingentes recursos financieros y humanos, y de tiempo.

La Huella Hídrica del cultivo es significativa en ambos casos, lo que hace que el agua se convierta en un elemento crítico para el mantenimiento y desarrollo del cultivo, al punto que con los datos disponibles se podría afirmar que en la época seca, la de mayor demanda de agua del cultivo, el agua disponible en las zonas de alta producción se está reduciendo significativamente al menos en el caso de Nicaragua. Si a ello se suma los requerimientos de agua para riego de otros cultivos como las musáceas y la ganadería, los niveles de disponibilidad de agua se estén llevando a niveles críticos, en especial para los pobladores, dado que estos no cuentan con los recursos para impulsar inversiones que ajusten las disponibilidades de agua a su demanda. Lo que refuerza la necesidad de efectuar valoraciones de la disponibilidad de agua a nivel local y de desarrollar obras orientadas a garantizarla.

Por la importancia de la Huella Hídrica gris en Nicaragua, es relevante mejorar el análisis de los suelos a fin de determinar los requerimientos específicos de fertilizantes requeridos y ajustar su aplicación a las mejoras prácticas, en función de reducir los volúmenes de estos que llegan a los cuerpos de agua por lixiviación y escorrentía, así como, fortalecer los sistemas de control integrado de plagas, a fin de reducir la cantidad de plaguicidas que son liberados al ambiente.

VIII. Bibliografía

- Amaya Estévez, A., Cock, J., Henández, A., & Irvine, J. (2009). *Biología; Morfología de la Caña de Azúcar*.
- APAH. (Julio - Agosto de 2013). Conociendo La Grecia. *El Azúcar*, 18 - 19.
- APAH. (s.f.). *Asociación de Azucareros de Honduras*. Recuperado el 10 de Abril de 2015, de http://azucar.hn/wp/?page_id=7
- Arias Flores , E. (2008). *Diagnóstico de Rendimientos de Caña de Azúcar*. Honduras: Zamorano.
- Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua. (2000). *NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE NORMA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*. Managua: La Gaceta Diario Oficial.
- BARNES, D., GALGANI, F., THOMSON, R., & BARLAZ, M. (2009). La acumulación y la fragmentación de los desechos plásticos en entornos globales. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 364.
- Bolaños Bolaños, M. (2011). *Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras*. Honduras: Zamorano.
- Botanical-online. (2014). *La Caña de Azúcar*. Recuperado el 16 de Abril de 2014, de <http://www.botanical-online.com/medicinalscanadeazucar.htm>
- Castro , O., & Suarez, A. (2014). *La Meteorología en la Caña de Azúcar*. Guatemala: CENGIGAÑA - Artemis Edinter, S.A.
- Cerrato Urbina, M. (2007). *Folleto Caña de Azúcar*. La Ceiba, Honduras: Universidad Nacional de Honduras; Ingeniería Agronómica; Departamento de Producción Vegetal; Cultivos Industriales.
- Chacarria S., L. (2010). *Melón; Ficha Técnica N° 30 / UE*. Tegucigalpa: GTZ - FIDE.
- Chavarria S., L. (2010). *Melón; Ficha N° 30 / UE*. Tegucigalpa: GTZ.
- CNPA. (2014). *Datos Finales de Producción*. Managua: CNPA.
- ESPI, E., & SALMERÓN, A. (2006). *Películas de plástico para aplicaciones agrícolas*.
- Espinoza, G. (2014). *Maduración de la Caña de Azúcar*. Guatemala: Cengicaña.
- FAO. (s.f.). *Definición y Clasificación de Commodities*. Recuperado el 16 de Abril de 2014, de <http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/economic/faodef/FAODEFS/H34F.HTM>
- Golcher B., C. (2013). *Aplicación del cálculo de huella hídrica para regiones de cultivos de café, banano y arroz en Costa Rica*. Costa Rica: Hidrocec - UNA.
- Guerra, A., & Henández, A. (2014). *El Cambio Climatico y el Cultivo de Caña de Azúcar*. Guatemala: Artemis Edinter, S.A.
- Guerra, A., & Hernández , A. (2014). *El Cambio Climático y el Cultivo de Caña de Azúcar*. Guatemala: Artemis Edinter, S.A.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2010). *Manual de Evaluación de la huella hídrica*. Water Footprint Network .

- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2010). *Manual de Evaluación de la huella hídrica; Definiendo una norma global*. Water Footprint Network.
- ICADE. (2001). *Diagnóstico de 16 Municipios de la Región Sur de Honduras; Cuenca del Golfo de Fonseca*. Choluteca.
- International Labor Rights Forum y COSIBAH. (2012). *Las Mujeres en la Industria Melonera de Honduras*. Tegucigalpa: Vail Miller.
- Leal Fortuny, J. (2007). *Diagnostico preliminar de los aspectos agricolas para producción local de Etanol, a base de Caña de Azúcar en América Central*. México: Cepal.
- MACÍAS, H., MUÑOZ, J., VELÁSQUEZ, M., & SÁNCHEZ, I. (2011). *Tecnología de producción de plántula y cosecha de chile con plasticultura. Caso de estudio: Región Lagunera*. México: UNAM.
- MEDEIROS, J. d., SILVA, M. d., & CÂMARA NETO, F. (2006). *Crecimiento y rendimiento del melón cultivadas bajo cubierta de plastico y diferentes frecuencias de riego*. Brasil: Agricultura y Ambiente.
- Mekonnen, M., & Hoekstra, A. (2010). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Holanda: UNESCO - IHE.
- Melgar, M., & Quemé, J. (Julio - septiembre de 2014). Adaptación del Cultivo de la Caña de Azúcar al Cambio Climático En Guatemala. *Revista Atagua*, 4 - 13.
- MENESES, J., CORRALES, C., & VALENCIA, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *EIA. Escuela de Ingenieria de Antioquia* N° 8, 57 - 67.
- Ministerio de Salud. (1995). *Norma Técnica Para la Calidad del Agua; Acuerdo N° 084 del 31 de Julio de 1995*. Tegucigalpa: Presidencia de la República.
- Monge-Pérez, J. E. (2014). Producción y exportación de melón (Cucumis melo) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha, volumen 27, N° 1*, 93 - 103.
- Pachauri, R. (2008). *Cambio Climático 2007; Informe de Sintesis; Informe del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: PNUMA.
- Pérez Arcos, S. (2012). *Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador*. Honduras: Zamorano.
- Pérez, M., Peña, M., & Alvarez, P. (2011). Agroindustria Cañera y Uso de Agua: Análisis Crítico en el Contexto de la Política de Agrocombustible de Colombia. *Ambiente y Sociedad*, 153 - 178.
- PROGOLFO. (1999). *Diagnóstico del Estado de los Recursos Naturales, Socioeconómicos e Institucionales de la Zona Costera del Golfo de Fonseca; Diagnóstico de Nicaragua*. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Honduras, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua.
- Proyecto de Recuperación Temprana - PNUD Honduras. (2011). *Manejo y Control de Inundaciones y Sequías; Planicie Costera de Choluteca*. Tegucigalpa: PNUD - Honduras.

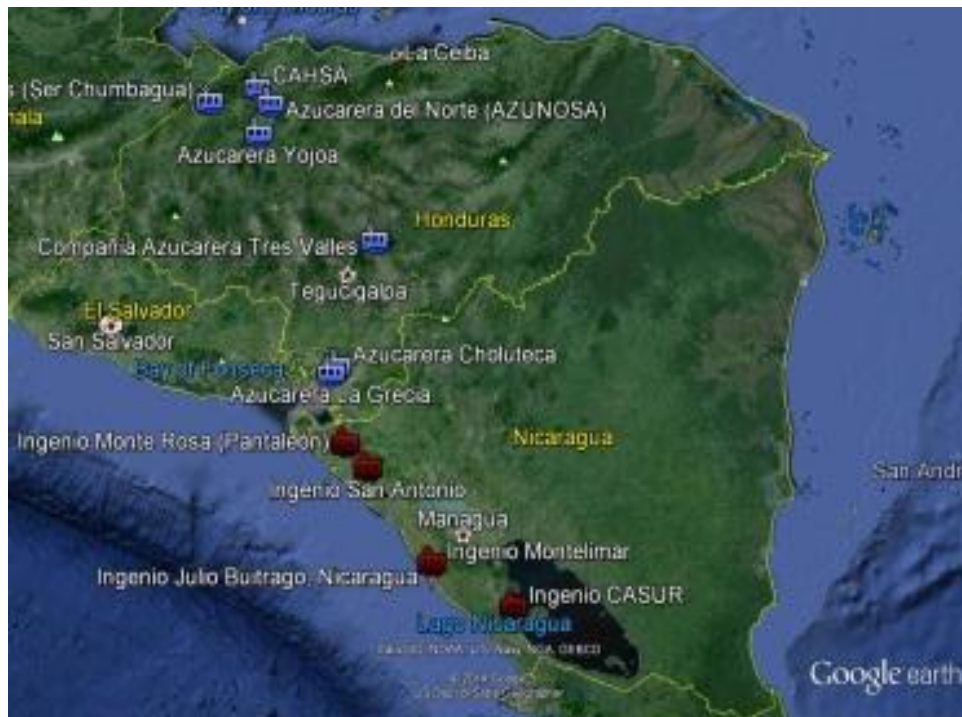
- Ramírez, M. (2008). *Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una alternativa para la generación de empleos e ingresos; Modulo V: Caña de Azúcar*. Tegucigalpa, Honduras: SNV.
- Ramos, C., Sepúlveda, J., Berbegall, F., & Romero, P. (1 de Octubre de 2014). *Determinación Rápida del Nitrato en Suelos Agrícolas y en Aguas*. Valencia, España: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- Redacción Infoagro. (S/F). *Infoagro*. Recuperado el 8 de Abril de 2015, de El cultivo de la caña de azúcar: ww.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp
- Romero, E. R., Digonzelli, P., & Scandaliaris, J. (2012). *Manual del cañero; La Caña de Azúcar Características y Ecofisiología*. Tucuman, Argentina: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- El Nitrogeno*. (S/F). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/materias_carreras/REVISTA_ELECTRONICA/DIVULGACION/NITROGENO.htm
- Steduto, P., Hsiao, T., Fereres, E., & Raes, D. (2012). *Respuesta del Rendimiento de los Cultivos al Agua*. Roma: FAO.
- Torres Paz, J., & Acosta Granados, J. (2003). *Fisiología de la Caña de Azúcar*. UCA et. al. (2000). *Ficha informativa de los humedales Ramsar: Deltas del Estero Real y Llanos de Apacunca*. Managua: Universidad Centroamericana .
- Zenner de Polanía, I., & Peña Baracaldo, F. (2013). PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA: BENEFICIO Y COSTO AMBIENTAL: UNA REVISIÓN. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol.16, 139-150.

Anexos

Anexo 1: Matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente y el clima en el cultivo de Caña de Azúcar en Honduras y Nicaragua.

Actividad	Efecto	Mitigación	Observaciones
Cultivo de caña	Cambio en el uso de los suelos, destrucción de hábitat y ecosistemas complejos		Por la extensión de áreas sembradas el impacto en los ecosistemas por cambio de uso de suelos es significativo
Aplicación de herbicidas pre-emergentes	Disminución de flora local, que rompe cadena alimenticia reduciendo la biodiversidad animal		Existe debate por la toxicidad y la temporalidad residual de varios productos utilizados, no obstante, hay evidencias de toxicidad en determinadas condiciones y presencia de al menos Ametrin en ríos próximos a los plantíos.
Preparación de suelos	Degradación de suelos, sedimentación y contaminación de fuentes superficiales de agua		
Riego aspersión y gravedad, utiliza pozos y aguas superficiales	Competencia por el agua con pobladores y otros productores, en especial de aquellos con dificultades de acceso.	Uso de canales de drenaje para mantener los niveles freáticos	Es importante debido a que garantiza los rendimientos del cultivo. En casos de no pago o bajas tarifas de pago podrá incidir en el derroche del agua
Aplicación de plaguicidas, uso de insecticidas, neumaticidas	Daños a salud humana, contaminación de fuentes de agua, contaminación de fauna local, ruptura de cadena trófica	Control integrado de plagas, control biológico	El control de la mosca pinta es uno de los problemas relevantes en el cultivo, para su control y el de nematodos, barrenador y gusano saltarín se utiliza Frudan, conocido por sus efectos a la salud y el ambiente.
Corte de caña (con quema)	Contaminación del aire por emisiones de bióxido de carbono	Quema en horas de poco viento. Utilización de sistemas de captación de hollín	Incrementa rendimientos de sacarosa de las plantas y mejora calidad. La mecanización del coste sin quema incrementa los costos y en algunos casos la topografía no lo permite
Transporte de caña	Incremento de partículas de polvo en suspensión, efectos en los sistemas respiratorios.	Asfalto o adoquinado de caminos	
Zafra (procesamiento del azúcar)	Uso intensivo de agua, contaminación de aguas superficiales por residuos de proceso	Tratar el agua antes de verterlas y llevar un control adecuado de la descargas	
Fuente: Parte de la información en: Evaluación de impacto ambiental de los acuerdos comerciales: Los retos para los países de la región, Randall Arce, CINPE, UNA, S.F en http://www.wwfca.org/nuestro_trabajo/agricultura_ambiente/caña_de_azucar/08/11/2014			

Anexo 2: Ubicación de los ingenios azucareros en Honduras y Nicaragua



Anexo 3.a: Precipitación estación Choluteca

Precipitación total y efectiva estación Cholutecam Honduras		
Meses	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	2	2
Febrero	5	5
Marzo	9	8.9
Abril	36	33.9
Mayo	292	154.2
Junio	320	157
Julio	164	121
Agosto	220	142.6
Septiembre	374	162.4
Octubre	290	154
Noviembre	72	63.7
Diciembre	7	6.9
Total	1791	1011.5

Anexo 3.b

Caña de Azúcar							
ETo Honduras, en base a datos de la estación Choluteca							
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	23.1	34.6	57	406	8.9	19.5	6.86
Febrero	23	35.7	54	372	9.2	21.5	7.37
Marzo	23.5	36.7	58	294	8.9	22.6	7.01
Abril	24.5	35.1	60	259	8.1	22.1	6.48
Mayo	24.2	35.1	75	181	7.7	21.2	5.29
Junio	23.4	33.1	80	181	7.1	20	4.68
Julio	23.8	34.1	74	251	7.9	21.3	5.45
Agosto	23.6	34.1	83	233	7.6	21	4.93
Septiembre	22.9	32.6	89	173	6.8	19.5	4.17
Octubre	22.8	32.6	86	173	7.5	19.4	4.16
Noviembre	22.7	33.5	77	251	8.1	18.8	4.6
Diciembre	23	34.3	63	354	8.5	18.5	5.9
Promedio	23.4	34.3	71	261	8	20.5	5.58

Anexo 4.a

Precipitación total y efectiva Nicaragua Estación Chinandega		
Día	Prec. Total mm	Precip Ef Total mm
Enero	0.9	0.9
Febrero	1	1
Marzo	19.9	18.9
Abril	36.5	33.3
Mayo	365.6	137.7
Junio	325.9	157.6
Julio	267.6	151.3
Agosto	399	164.9
Septiembre	486.8	173.7
Octubre	504	173.6
Noviembre	39.7	35.6
Diciembre	5.6	5.4
Total	2452.5	1054

Anexo 4.b

Caña de Azúcar Eto Nicaragua, en base a datos de temperatura de la estación Chinandega y el resto de la estación Las Mercedes							
Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	21	31.6	60	259	7.1	17.4	5.06
Febrero	21.5	33	57	285	8.3	20.4	6.01
Marzo	22.7	34.6	52	302	8.3	21.8	6.95
Abril	23.5	35.2	53	285	8.5	22.7	7.11
Mayo	24.1	34.7	59	225	8.4	22.2	6.27
Junio	23	31.4	76	164	6.7	19.3	4.51
Julio	22.8	31.1	75	190	7	19.9	4.67
Agosto	22.7	31.7	71	173	7.3	20.5	4.87
Septiembre	22.4	31.5	79	147	7	19.8	4.39
Octubre	22.2	30.9	79	112	5.6	16.8	3.7
Noviembre	21.5	31.2	75	138	6.7	17.1	3.84
Diciembre	20.7	31.5	64	216	6.3	15.8	4.37
Promedio	22.3	32.4	67	208	7.3	19.5	5.15

Anexo 5

Uso del programa CROPWAT 8.0 para el cálculo de la evapotranspiración en la Caña de Azúcar. Manual aplicado¹⁰

Por Welbin Romero

CROPWAT 8.0 se puede descargar de la siguiente página de la FAO http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html. Adicionalmente se ofrece CLIMWAT para CROPWAT, una base de datos sobre el clima en la que se pueden encontrar las estaciones climáticas de Centroamérica, esta se puede descargar desde la siguiente página de la FAO http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html. CROPWAT se puede configurar en idioma español, inglés, Ruso y francés, en el presente documento se hará referencia al uso del programa en español.

El modelo CROPWAT de la FAO ofrece dos opciones alternativas para calcular la evapotranspiración verde y azul. La forma más sencilla, pero no la más correcta es la opción (Requerimiento de agua del Cultivo, RAC). En esta opción, se supone que no hay limitaciones de agua para el crecimiento de los cultivos. El modelo calcula: (a) las

¹⁰ Se trata de una adaptación de diversos manuales a los que se tuvo acceso orientados uso del programa, adaptándolos únicamente al cálculo de la evapotranspiración y del manual de Water Footprint Network para el cálculo de la Huella Hídrica, con la única intención de aclarar los cálculos que se realizan en el presente reporte de Huella Hídrica del cultivo de la Caña de Azúcar en Nicaragua y Honduras, por lo que no debe considerarse un manual exhaustivo.

necesidades de agua de los cultivos (RAC) durante toda la fase del período de cultivo en particular, bajo ciertas circunstancias climáticas, (b) la precipitación efectiva durante el mismo período, (c) las necesidades de riego.

Water FootPrint Network la organización líder mundial en evaluación de Huella Hídrica recomienda el uso de la opción programación de riego, esta opción es más precisa y no mucho más compleja que la "opción RAC". Permite la especificación del sistema de riego real sobre el período de crecimiento. El modelo no funciona con el concepto de precipitación efectiva (como en el caso de la "opción RAC". En cambio, el modelo incluye un balance hídrico del suelo, basado en el contenido de humedad del suelo, con un intervalo de tiempo diario.

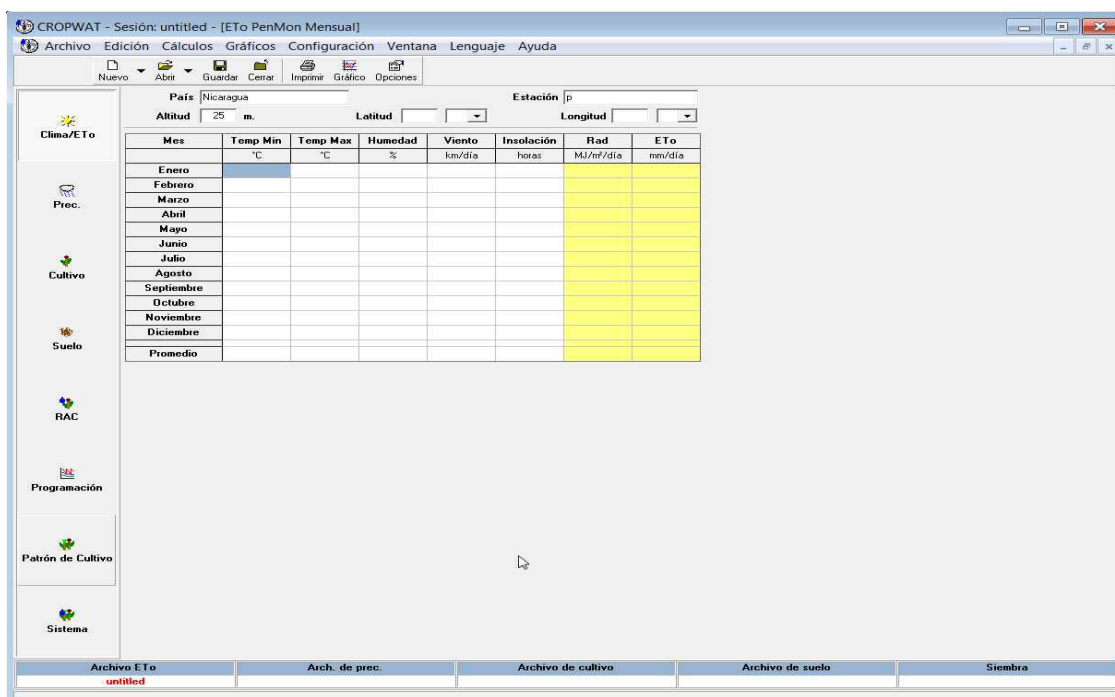
I. Calculo de Requerimiento de agua del Cultivo (RAC) introduciendo manualmente la información.

Para calcular los Requerimientos de Agua del Cultivo, primero hay que asegurarse de que la información está disponible en los módulos Clima/ETo, Precipitación y Cultivo (cultivos no inundados o arroz). Si previamente se ha guardado una combinación de estos archivos de datos como una sesión, estos datos se pueden recargar rápidamente usando Archivo> Abrir sesión del menú. En caso contrario, se debe ir a cada uno de estos módulos a través de la Barra de Módulos, y ya sea cargar datos existentes o introducir nuevos datos.

I.1 Modulo Clima/ETo

Requiere la siguiente información:

- a. Nombre del país,
- b. Estación climática de la cual se extrae información,
- c. Altitud de la estación (msnm),
- d. Latitud y longitud
- e. Promedios mensuales de temperatura mínimos y máximos (°C)
- f. Promedios mensuales de Humedad relativa (%)
- g. Promedios mensuales de Velocidad del viento (Km/hora)
- h. Promedios mensuales de insolación (radiación solar sin interferencia de las nubes)



El programa permite la introducción de datos manualmente. En caso contrario la información de la estación se obtiene de la base de datos del Grupo Agromet de la FAO (http://www.fao.org/sd/index_es.htm).

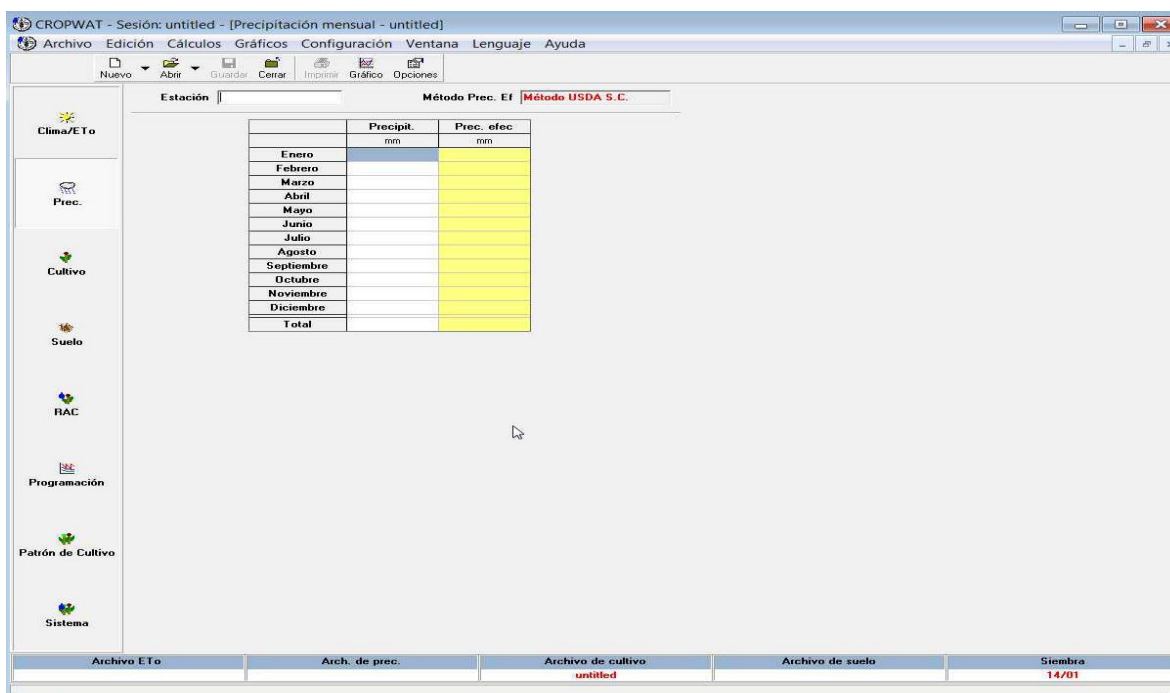
Calcula: radiación (radiación solar que llega la superficie del suelo) y ETo.

I.2 Módulo Prec. (Precipitación)

Requiere la siguiente información:

- Precipitación promedio mensual (mm)

Calcula la precipitación efectiva (con el método de USDA Soil Conservation Service). Esta se refiere a la parte de la precipitación que puede ser efectivamente utilizada por las plantas. Esto significa que no toda la precipitación está a disposición de los cultivos, ya que una parte se pierde a través de la Escorrentía Superficial (ES) y de la Percolación Profunda (PP).



I.3 Modulo Cultivo

Requiere la siguiente información:

- Nombre del cultivo
- Fecha de siembra y cosecha
- El coeficiente de cultivo (K_c): integra el efecto de las características que distinguen a un determinado cultivo de aquellas del Cultivo de referencia. De acuerdo con el enfoque de Coeficiente de cultivo, la Evapotranspiración de cultivo en condiciones estándar (ET_c) se calcula multiplicando la Evapotranspiración de referencia (ET_o)¹¹ por el K_c adecuado para ese cultivo, en este sentido el K_c relaciona la Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar (ET_c) con Evapotranspiración del cultivo de referencia ET_o , esta relación se determina experimentalmente.
Existe la posibilidad de que a nivel local se hayan efectuado investigaciones de K_c para la Caña de Azúcar, en caso de no existir se pueden utilizar los K_c de bases de datos de la FAO CROPWAT 8.0 recomienda la publicación 56 de la serie Riego y

¹¹ El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado mediante la definición del **Cultivo de referencia** como un cultivo hipotético de referencia con una altura asumida de 0.12 m, una resistencia superficial fija de 70 s m⁻¹ y un albedo de 0.23. La superficie de referencia se asemeja a una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente, sombreando totalmente la tierra y con un adecuado aporte de agua.

drenaje de esa misma institución, titulada "Evapotranspiración del cultivo ; Guías para el cálculo de los requerimientos de agua del cultivo".

El modulo “Cultivo” requiere la entrada de Kc para el periodo de inicio del cultivo, el período medio y el final.

d. Etapas del cultivo (en días) de la siguiente forma;

1. Período inicial (Ini): durante este período, el área foliar es pequeña y la evapotranspiración es predominantemente en forma de evaporación del suelo. Por ello, el valor de Kc durante el período inicial es mayor cuando el suelo está mojado por riego o precipitación y es reducido cuando la superficie del suelo está seca.
2. Etapa de desarrollo (Des): como el cultivo se desarrolla y progresivamente cubre el terreno, la evaporación se hace más restringida y la transpiración gradualmente se convierte en el proceso principal de uso de agua.
3. Medios de Temporada (Med): en esta etapa el Kc alcanza su valor máximo.
4. Etapa de final de temporada (Fin): el valor de Kc al final del periodo de cultivo (cosecha) refleja prácticas de manejo de agua y de cultivo. Este valor es alto si el cultivo es cultivado bajo riego frecuente y cosechado en fresco. Si el cultivo se deja hasta la senescencia y secado antes de cosecharse, el valor de Kc será pequeño, debido a la menor conductancia de la superficie de las hojas.

- e. Profundidad radicular: La profundidad radicular define la capacidad de los cultivos para aprovechar de la reserva de agua del suelo. En CROPWAT 8.0 dos valores son necesarios para la estimación de la profundidad radicular durante la temporada de cultivo:

1. Profundidad radicular en la etapa inicial, que normalmente se encuentra entre 0.25 - 0.30 m, y representa la profundidad efectiva del suelo a partir de la cual las pequeñas plántulas extraen el agua;
2. Profundidad radicular en el desarrollo pleno al inicio de la etapa de mediados de desarrollo. Para la mayoría de los cultivos bajo riego los valores varían entre 1.0 y 1.40 m, y para las hortalizas entre 0.5 - 1.0 m

La profundidad radicular durante el desarrollo es interpolada aplicando una relación lineal por lo que no requiere el ingreso de información.

- f. Agotamiento crítico: El Factor de agotamiento crítico (p) representa el nivel crítico de humedad en el suelo a partir del cual ocurre estrés por falta de agua. Esto afecta a la evapotranspiración del cultivo y a su producción. Los valores se expresan como una fracción del Agua Disponible Total (ADT) y, en general, varían entre 0.4 y 0.6, presentando valores más bajos para cultivos sensibles con sistemas radiculares superficiales bajo condiciones de alta evaporación, y valores más altos para cultivos densos, con raíces profundas y bajos índices de evaporación. Además, la fracción p es una función de la demanda de evapotranspiración de la atmósfera. Para una lista extensiva de los valores de p para diferentes cultivos, se puede consultar la publicación No 56 de la Serie Riego y Drenaje de la FAO, titulada "Evapotranspiración del cultivo - Guías para el cálculo de los requerimientos de agua del cultivo"

- g. Factor de respuesta del rendimiento (K_y): La respuesta del rendimiento al aporte de agua se cuantifica mediante el factor de respuesta del rendimiento (K_y), que se refiere a la reducción del rendimiento relativo al déficit de evapotranspiración relativa. El déficit de agua de una determinada magnitud, expresado en la relación entre la Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (ET_{c-aj}) y la Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c), puede ocurrir continuamente durante el período total de crecimiento del cultivo, o individualmente durante cualquiera de las etapas del cultivo.

En general, para todo el período de cultivo, la disminución en el rendimiento es proporcionalmente menor con el aumento del déficit de agua ($K_y < 1$) para cultivos como alfalfa, maní, cártamo y remolacha azucarera, si bien es proporcionalmente mayor ($K_y > 1$) para cultivos como el plátano, maíz y caña de azúcar. Para cada uno de los períodos de cultivo, la disminución en el rendimiento debido al déficit de

agua durante ese período es relativamente pequeña en el período vegetativo y de maduración y relativamente grande durante la floración y período de formación de rendimiento. El déficit de agua durante un período de cultivo en particular también puede ser expresado como el déficit de agua durante el período total cuando relación entre la ETc de ese período y la ETc del período completo del cultivo es conocida. CROPWAT recomienda consultar la publicación N° 33 de la Serie Riego y Drenaje de la FAO, titulada "Respuestas del rendimiento de los cultivos al agua".

h. Altura del cultivo (en m): Esta entrada es opcional.

I.4 Modulo RAC

Una vez introducidos los datos y efectuados los correspondientes cálculos por parte del programa se abre el módulo RAC, automáticamente este calcula los requerimientos de agua del cultivo.

2. Uso de las bases de datos de la FAO

Alternativamente se pueden utilizar las bases de datos CLIMWAT para los datos que requiere el modulo CLIMA/ETo y Precipitación. Para ello se abre el modulo correspondiente y en el espacio de estación se abre con el comando “abrir” (segundo de izquierda a derecha de la segunda línea de comandos situados en la parte superior izquierda del programa), el archivo de CLIMWAT que previamente se debió exportar, para lo cual seguir los siguientes pasos;

Seleccionar en CLIMWAT el archivo de la estación climática que se utilizará

Al abrir el programa aparece la opción de indicar por coordenadas la estación con la que se trabajará o bien seleccionar el país y luego “Display all stat...” aparecen 20 estaciones del país y sus alrededores, se selecciona la estación con la que se desea trabajar, dando “clic” en un punto de los indicados en el mapa o en la localización específica de la tabla de la derecha. En Nicaragua hay una estación y en Honduras 17.

Luego se selecciona el comando “Export Selected Station”, se despliega una ventana con opciones para la ubicación del archivo a exportar y para el nombre que se asignará al archivo y luego “Export .PEN and...”

Abierto el archivo correspondiente los datos se ingresaran en el módulo CLIMA/ETo y automáticamente se efectúan los cálculos indicados.

Luego se abre el módulo precipitación, asegurarse que en el espacio “método de prec. Ef” este el “Método USDA S. C.”, de no ser así, habrá el comando “Configuración” de la parte

superior izquierda del programa, elija “Opciones” y en la ventana que se despliega elija “Precipitac.” y en la nueva ventana marque la casilla correspondiente y después “Ok”. Luego de “click” en el espacio “Estación” y abra nuevamente el archivo exportado de CLIMWAT, los datos de precipitación se cargaran y se efectúa el cálculo de precipitación efectiva.

A continuación se abre el módulo cultivo, CROPWAT incluye bases de datos con información de los cultivos, para usar estos dar “click” al comando “abrir” en la parte superior izquierda del programa se selecciona en la ventana emergente el cultivo correspondiente (los nombres de los cultivos están en inglés), los datos se cargan y se efectúan los cálculos automáticamente.

A continuación se abre el módulo RAC los datos se cargan automáticamente y se realizan los cálculos.

En cualquier momento del proceso se pueden salvar los datos ingresados y los cálculos efectuados, para esto se abre el grupo de comandos “Archivos” y se selecciona el comando “guardar sesión como” en la ventana emergente por defecto abre la carpeta “sesión”, en caso de preferir guardar en otra carpeta se selecciona la carpeta correspondiente, se asigna un nombre y se guarda. En cualquier momento se puede continuar con la sesión para lo que basta con abrir “Archivos” y luego “abrir sesión”.

Por defecto la información resultante se ofrece en 3 decadiarios (10 días) por mes. El resultado se verá como sigue;

Requerimiento de Agua del Cultivo							
Estación ETo				Cultivo			
MANAGUA-A_C_SAND				Sugarcane (Ratoon)			
Est. de lluvia				Fecha de siembra			
MANAGUA-A_C_SAND				15/01			
Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	2	Des	0.44	2.63	26.3	0.6	25.7
Feb	3	Des	0.55	3.50	28.0	0.7	27.3
Mar	1	Des	0.67	4.47	44.7	0.9	43.9
Mar	2	Des	0.81	5.61	56.1	0.9	55.2
Mar	3	Des	0.95	6.64	73.1	1.3	71.8
Abr	1	Des	1.09	7.76	77.6	0.2	77.4
Abr	2	Med	1.19	8.61	86.1	0.0	86.1
Abr	3	Med	1.20	8.29	82.9	5.9	77.0
May	1	Med	1.20	7.95	79.5	25.8	53.8
May	2	Med	1.20	7.66	76.6	37.7	38.9
May	3	Med	1.20	6.91	76.0	40.1	36.0
Jun	1	Med	1.20	5.97	59.7	43.1	16.6
Jun	2	Med	1.20	5.18	51.8	47.4	4.4
Jun	3	Med	1.20	5.33	53.3	43.9	9.3
Jul	1	Med	1.20	5.55	55.5	38.7	16.8
Jul	2	Med	1.20	5.61	56.1	35.7	20.4
Jul	3	Med	1.20	5.69	62.6	36.5	26.1
Ago	1	Med	1.20	5.77	57.7	37.1	20.6
Ago	2	Med	1.20	5.85	58.5	37.2	21.3
Ago	3	Med	1.20	5.66	62.3	40.3	22.0
Sep	1	Med	1.20	5.47	54.7	44.6	10.1
Sep	2	Med	1.20	5.29	52.9	47.8	5.0
Sep	3	Med	1.20	5.01	50.1	46.9	3.2
Oct	1	Med	1.20	4.73	47.3	48.0	0.0
Oct	2	Fin	1.18	4.36	43.6	48.8	0.0
Oct	3	Fin	1.12	4.21	46.4	38.0	8.4
Nov	1	Fin	1.07	4.06	40.6	24.5	16.1
Nov	2	Fin	1.02	3.91	39.1	14.2	24.9
Nov	3	Fin	0.97	3.88	38.8	10.7	28.1
Dic	1	Fin	0.91	3.84	38.4	6.9	31.4
Dic	2	Fin	0.86	3.77	37.7	2.2	35.6
Dic	3	Fin	0.81	3.72	40.9	1.9	39.0
Ene	1	Fin	0.75	3.64	36.4	2.0	34.5
Ene	2	Fin	0.72	3.63	14.5	0.4	14.0
				1874.2	813.3	1059.5	

En la columna número 5 está el resultado de la evapotranspiración del cultivo por el método requerimiento de agua del cultivo.

II. Calculo de la evapotranspiración con la opción programación de riego (opción recomendada por Water Footprint Network para el cálculo de la evapotranspiración)

La evapotranspiración calculada se llama ET_a , la evapotranspiración del cultivo ajustada, que puede ser menor que las condiciones de ET_c evotranspiración del cultivo que calcula la opción RAC, debido a condiciones no óptimas. ET_a se calcula como la evapotranspiración del cultivo en condiciones óptimas (ET_c) multiplicada por el coeficiente de estrés hídrico (K_s).

II.1 Se introducen los datos de CLIMA/ ET_o , Precipitación y cultivo de forma similar a la opción de Requerimiento de Agua del cultivo.

II.2 A continuación se definen los criterios de programación del riego, para esto se abre el grupo de comandos “Configuración” y luego “Opciones”, en la ventana emergente se selecciona Programación de cultivos ...” se presentan dos espacios para seleccionar de un grupo de opciones como sigue;

Opciones de CROPWAT

Clima/ ET_o | Precipitac. | Progr. de cultivos no i | Program. de arroz | Preparac. suelo (arroz)

Criterio de programación para cultivos distintos al arroz:

Momento de riego: Regar a agotamiento crítico

Regar a 100 % de agotamiento crítico

Aplicación de riego: Reponer a capacidad de campo

Reponer contenido de agua del suelo a 100% capacidad d

Eficiencia de riego: Eficiencia de riego: 70 %

Guardar como por defecto | Volver a conf. FAO por defecto | OK | Cancelar | Ayuda

a. Momento de riego

a.1 Regar en intervalos definidos por el usuario: Seleccione esta opción para definir el intervalo entre cada riego. Después de elegir esta opción, CROPWAT muestra un icono "Conf. Intervalo de riego definido por el usuario" debajo del espacio momento de riego. Al hacer clic en este icono, se abre una pequeña tabla en la que especificará manualmente los intervalos en términos "Días después de la

siembra" o haga clic en la opción "Cargar programación actual" para usar la programación actual como base. Esta acción cargará tanto los actuales intervalos como las láminas de riego. En este punto, sólo los intervalos de riego, pueden ser editados. La configuración de las láminas de aplicación se hace a través de las aplicaciones de riego ("acápite b" del presente texto).

Esta opción se utiliza para evaluar las prácticas de riego, para simular programaciones alternativas de riego y, en particular, para perfeccionar la programación de riego, desarrollada en otras opciones.

a.2 Regar en agotamiento crítico: Elija esta opción para fijar la programación en el nivel de agotamiento crítico, que es cuando el Agua Fácilmente Aprovechable (AFA) se ha usado completamente. Esta opción representa la forma clásica de determinar la programación de riego, resultando en riegos reducidos, pero a irregulares intervalos de riego, lo cual requiere de un sistema de riego flexible.

a.3 Regar por debajo o por encima del agotamiento crítico: Como en el caso anterior, pero con la posibilidad de fijar el porcentaje de agotamiento, para esto de "click" en el espacio "Regar a" situado debajo del espacio "Regar por debajo o ...". y fije manualmente el % de agotamiento crítico al cual se regará. Valores por debajo del 100% significan que el riego se llevará a cabo antes de que el AFA ha sido completamente agotada. Valores por encima del 100% van a permitir un cierto nivel de estrés hídrico del cultivo antes de la aplicación de riego.

a.4 Regar en intervalos fijos por etapa: Seleccione esta opción para definir un intervalo de tiempo para cada etapa de crecimiento del cultivo (inicial, desarrollo, mediados de temporada, final). Esta opción es adecuada en caso de un sistema rotacional de distribución de agua, tal como ocurre en la mayoría de los sistemas de riego.

a.5 Regar a agotamiento fijo: Seleccione esta opción para definir el momento del riego en base de un valor fijo de agotamiento de la humedad del suelo en mm. Esta opción es adecuada para ajustar la programación de riego para un método de riego de campo, dado que una aplicación fija de agua es aplicada en cada riego. El valor de agotamiento se cambia manualmente en el espacio "Regar a" que se encuentra debajo del espacio "Regar a agotamiento fijo".

a.6 Regar a determinada reducción de ETc por etapa: Seleccione esta opción para definir el momento de riego en función a una aceptable reducción de la Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar (ETc). Esta opción es útil en caso de que se prevea programación de riego bajo déficit, en vista de escasez prevista de suministro de agua. Debajo de la opción seleccionada aparecen 4

opciones correspondientes a las 4 etapas del cultivo, en los espacios correspondientes se introduce el % de reducción de la evapotranspiración a la que se desea regar.

La idea de esta opción es que en condiciones óptimas de humedad del suelo, la evapotranspiración es el 100% de lo posible según las condiciones climáticas y el estado de desarrollo del cultivo, cuando se reduce por ejemplo un 10% ello implica que ya existe un déficit de humedad en el suelo.

a.7 Regar a una reducción del rendimiento fijada: Seleccione esta opción para definir la Programación en base a una Reducción de rendimiento aceptable. Como en el caso de la opción anterior, esto es útil en caso de incorporar riego deficitario.

En condiciones de escasez crítica de agua es posible decidir aceptar un rendimiento del cultivo por debajo del estándar de la zona de estudio, asociado a estrés hídrico. Para fijar el nivel de reducción de rendimiento del cultivo por estrés hídrico este se define como un % de reducción de rendimiento que se introduce manualmente en el espacio “Regar a ...” situado debajo de la selección “Regar a una reducción del rend....”

a.8 No regar (secano): Seleccione esta opción para calcular la Programación basada solo en la precipitación. Al elegir esta opción, CROPWAT 8.0 desactivará el menú desplegable de opciones de aplicación de riego.

b. Aplicación de riego

b.1 Lámina de aplicación definida por el usuario: Seleccione esta opción para definir láminas de aplicación de cada riego. Funciona de la misma forma como el intervalo de riego definido por el usuario (ver más arriba inciso a.1), pero en este caso sólo la lámina de aplicación se puede editar.

Al dar “click” en el recuadro “Conf. lamina de aplicación definido por usuario” situado debajo de esta selección, se despliega una ventana donde se pueden introducir manualmente valores para “Lamina de riego” en mm hasta para 50 aplicaciones de riego, (columna “Aplicación lamina”) aunque la ventana trae una columna para “días después de la siembra” en la que se efectuaran las aplicaciones, esta columna no puede editarse.

b.2 Reponer a capacidad de campo: Elija esta opción para regar hasta llevar el suelo a Capacidad de Campo (CC), para efectos de los cálculos del balance hídrico del suelo se supone que cuando el encharcado reduce eficazmente la percolación profunda a un nivel mínimo, el suelo debajo de la zona encharcada está en Capacidad de Campo (CC). Como el agotamiento en la zona radicular varía con el

cambio de la profundidad radicular y de los niveles permitidos de agotamiento, las aplicaciones de riego pueden variar considerablemente a lo largo de la temporada.

b.3 Reponer agua debajo / encima de capacidad de campo: Como en el caso anterior, pero con la posibilidad de fijar el porcentaje de agotamiento. Cualquier valor por debajo del 100% significa que la humedad del suelo no llegará a CC, lo cual es útil para considerar posibles lluvias. Cualquier valor por encima de 100% va a permitir un cierto nivel de percolación profunda (PP), útil para lixiviación para control de la salinidad.

Los valores más confiables de Capacidad de Campo se obtienen a partir de mediciones de campo. Sin embargo, si estos no están disponibles y se conoce la textura del suelo, se puede hacer una aproximación a través de la utilización del triángulo de la textura del suelo. Una calculadora de las propiedades hidráulicas está disponible para este fin, en Internet en: http://weather.nmsu.edu/Teaching_Material/soil456/soilwater.html.

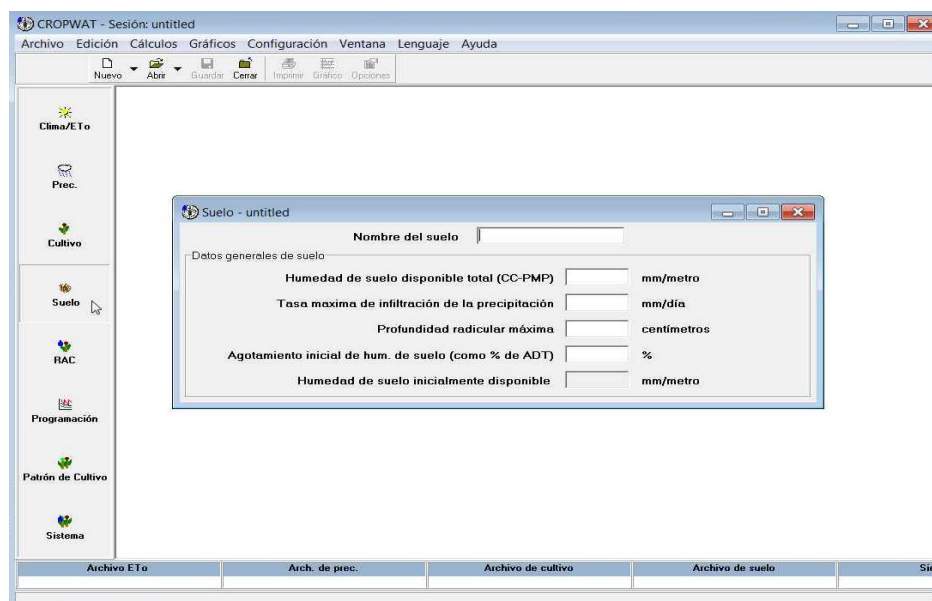
El porcentaje se fija dando “click” al espacio “Reponer contenido de agua del suelo a” el programa por defecto establece un 100%, manualmente el usuario establece el % deseado.

b.4 Lámina de aplicación fija: Seleccione esta opción para definir un Lámina de riego fija en mm. Las láminas de riego normalmente se adaptan al método de riego; esta es una condición predominante en la mayoría de los sistemas de riego superficial, en los que las láminas de riego permiten poca variación. El programa establece 40 mm por defecto que se corresponde por lo general con el riego por aspersión, el usuario puede establecer el valor deseado manualmente.

c. Eficiencia de riego

El valor de la Eficiencia de riego se utiliza para calcular la lámina de riego bruta. Algunas características inadecuadas en los sistemas de riego, como la disposición de terreno en el caso de métodos de riego por gravedad (nivelación deficiente del suelo, deficiente aplicación), pueden causar pérdidas de agua de riego. Para considerar estos volúmenes de agua que no quedan dentro de la zona radicular se estima la eficiencia de riego como un % del total aplicado.

Definidas las 3 opciones de programación del riego se da “click” sobre la opción “OK” o bien de previo se da “Guardar por defecto” lo que establecerá las opciones seleccionadas como las que el programa cargara cada vez que se habrá.



II.3 Se habré el “Modulo suelos”

En la ventana emergente se puede cargar con el comando “Abrir” una de las bases de datos de suelos que se instalan con CROPWAT o se introducen manualmente los valores para:

a. Humedad del suelo disponible total. Se calcula como la diferencia entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente (El Punto de Marchitez Permanente (PMP) es la cantidad de agua contenida en el suelo bajo la cual las plantas se marchitan permanentemente), $CC - PMP$.

b. Tasa máxima de infiltración de la precipitación. La Tasa máxima de infiltración, expresada en mm por día, representa la lámina de agua que pueden infiltrar en el suelo en un período de 24 horas, en función del tipo de suelo, pendiente y la intensidad de la precipitación o del riego. La tasa máxima de infiltración tiene el mismo valor que la conductividad hidráulica del suelo a saturación.

La Tasa máxima de infiltración permite una estimación de la Escorrentía Superficial (ES), que ocurre cuando la intensidad de precipitación supera la capacidad de infiltración del suelo

c. Profundidad radicular máxima. Aunque en la mayoría de los casos las características genéticas de los cultivos determinarán la Profundidad radicular, a veces el suelo y ciertos horizontes alterados pueden restringir la profundidad radicular máxima. Este es el caso, por

ejemplo, cuando existen hardpans (capas dura de tierra formada naturalmente o por pases repetidos del arado en la superficie de la tierra) en sectores donde las prácticas la mecanización no se han manejado adecuadamente. En el caso de los cultivos de arroz, el hardpan es intencionalmente creado con el fin de disminuir las pérdidas por percolación y limita la profundidad radicular del cultivo.

La profundidad radicular máxima se expresa en centímetros. El valor por defecto está establecido en 900 cm, indicando que el suelo no presenta características significativas que pueden restringir el crecimiento de la raíz. Valores inferiores a la profundidad radicular indicarían una limitación al crecimiento radicular.

d. Agotamiento inicial de humedad del suelo. El Agotamiento inicial de la humedad del suelo indica la sequedad del suelo al inicio de la época de cultivo, que es la siembra en el caso de cultivos diferentes al arroz, o al inicio de la preparación del suelo, en el caso del arroz.

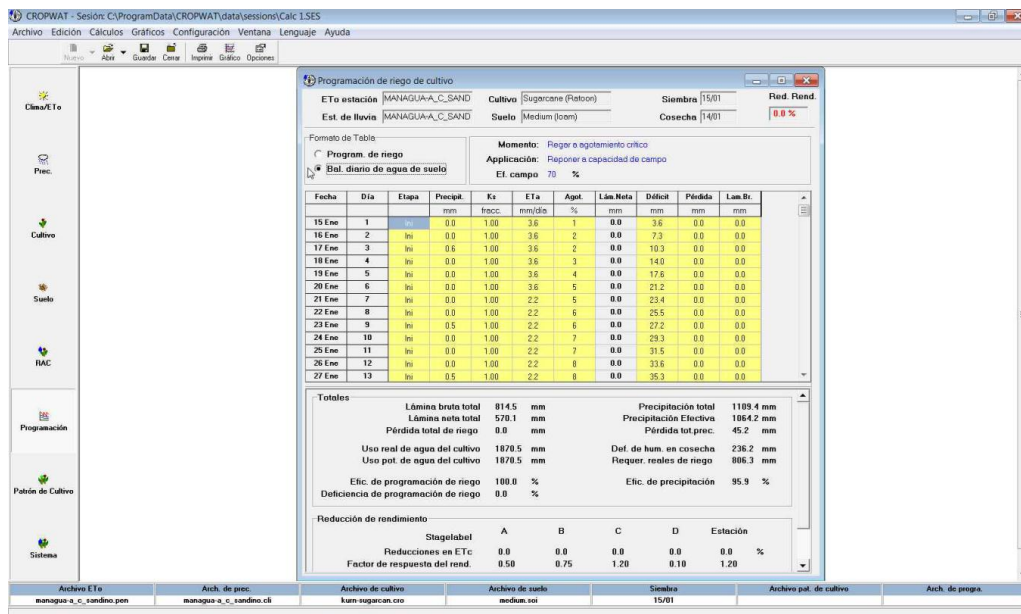
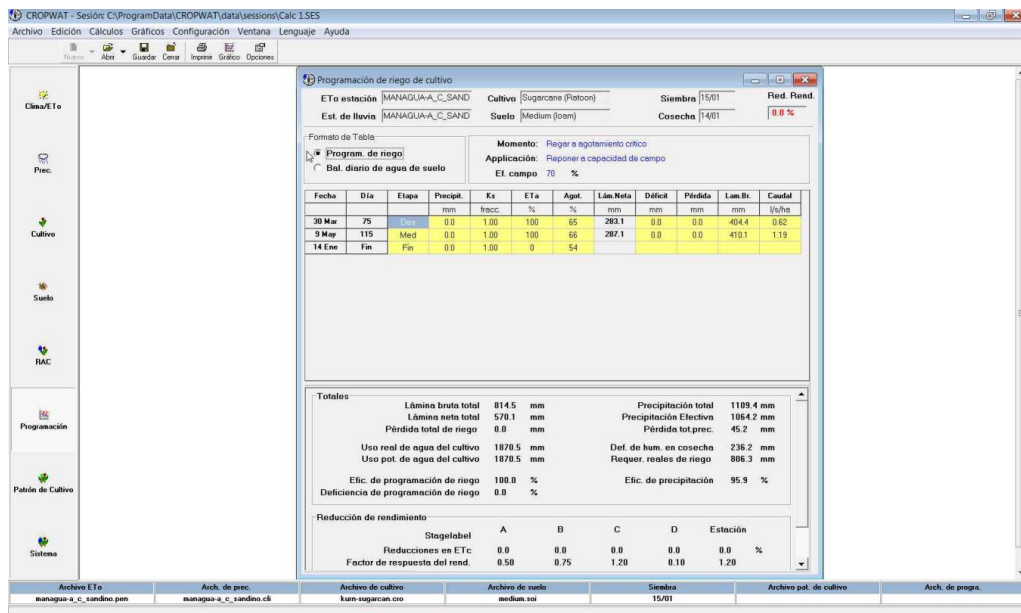
El Agotamiento inicial de la humedad del suelo se expresa como un porcentaje del Agua Disponible Total (ADT), en términos del agotamiento de la Capacidad de Campo (CC). El valor por defecto de 0% representa un perfil de suelo húmedo a CC y 100% es un suelo en Punto de Marchitez Permanente (PMP). En la mayoría de los casos sólo se puede hacer una estimación de la condición inicial de humedad del suelo, en función del cultivo anterior y de los períodos de descanso precedentes o de la estación seca.

e. Humedad del suelo inicialmente disponible. Se define como el contenido de humedad del suelo al inicio de la temporada de cultivo. Se calcula como el producto del Agua Disponible Total (ADT) por el Agotamiento inicial de humedad del suelo, y se expresa en mm por metro de profundidad de suelo. El programa lo calcula por defecto al introducirse los datos anteriores.

II.4 Se habrá el “Modulo programación” y los cálculos se realizan automáticamente, la salida de datos se presenta de dos formas;

- a. Programación de riego, solo indica los días en los que se debe regar.
- b. Balance diario de agua en el suelo, que refleja un balance diario de agua del campo que se evalúa.

Para obtener una de las salidas dar “click” en el espacio correspondiente del grupo “Formato de Tabla”.



Se toman los datos precipitación efectiva (agua verde) y requerimientos reales de riego (agua azul), la primera se refiere a: La parte de la precipitación que puede ser efectivamente utilizada por las plantas. Esto significa que no toda la precipitación está a disposición de los cultivos, ya que una parte se pierde a través de la Escorrentía Superficial (ES) y de la Percolación Profunda (PP). Los requerimientos reales de riego se obtienen de la diferencia entre el Uso Real de Agua del Cultivo menos la precipitación efectiva. Todos estos Item se encuentran en la parte inferior de la ventana de Programación de Riego.

Los resultados del cálculo de la evotranspiración se multiplican por 10 para convertir estos datos en m3 de agua de superficie.

4.2- Internalización de Costos de la Pesca Artesanal por Adaptación a la disminución de Pesca en La Bahía de la Unión de El Salvador.

Lic. Welbin Romero Jirón

1. Antecedentes

La pesca artesanal en el Golfo de Fonseca, constituye una de las principales actividades de la población costera del Golfo de Fonseca, de ella depende la economía de una importante proporción de la población costera, representando para la mayoría de estos la única alternativa de garantizarse un empleo e ingresos.

Los Recursos Marino Costero del Golfo de Fonseca, es un patrimonio compartido por Honduras, El Salvador y Nicaragua, que además se ha convertido en la región en un problema político entre los tres países. La sobreexplotación y/o el agotamiento de los bancos de pesca han provocado que los pescadores atraviesen los límites fronterizos, lo que en ocasiones implica su captura y la pérdida material y económica de su equipo productivo (WWF, 2013).

Por diversos motivos la pesca artesanal es una de las actividades económicas en la cual existen problemas de información relacionadas con el número de personas dedicadas efectivamente a la actividad, los esfuerzos pesqueros y los volúmenes de captura. El Salvador no es la excepción de este problema, por lo que esto representa una de las principales limitaciones de este reporte.

La Bahía de la Unión es una de las zonas relevantes para el volumen total capturado por la pesca artesanal en El Salvador, uno de los problemas que están enfrentando los pescadores es la reducción de las capturas por esfuerzo pesquero, lo que les obliga a trasladarse a mayores distancias o a incrementar la movilidad de los sitios de pesca, que implica aumentos en los gastos de combustible por esfuerzo.

El trabajo persigue llamar la atención sobre el problema de los pescadores artesanales referidos al alejamiento de los peces de la zona costera en la Bahía de la Unión y el incremento de costos que se asocia al cambio de las zonas de pesca que los pescadores han debido realizar a fin de garantizarse algún nivel de rentabilidad de la actividad que realizan, así como, de los efectos que este tiene en el clima y el ambiente (ver anexo 1).

Para la elaboración del informe se utilizó información secundaria y se complementó con una encuesta a informantes calificados, en este sentido los datos que se presentan deben tomarse con prudencia dado que no necesariamente se corresponden con una muestra representativa de los pescadores de la Bahía de la Unión y de los estratos de estos. El

informe se dividió en 7 partes incluida la presentación; en la segunda parte se presenta la evolución de las capturas en El Salvador, los datos a los que se tuvo acceso sobre la pesca en la Bahía de la Unión y se delimita el ámbito del estudio, en la tercera se propone el marco de estudio, en la cuarta se plantean los resultados de la revisión de la literatura y de las encuestas realizadas, en la quinta se resumen algunas conclusiones y la sexta y séptima están dedicadas a la bibliografía y los anexos.

2. Producción del sector Pesquero de El Salvador

En el periodo 2000 – 2010 las capturas y la producción acuícola de El Salvador creció a una tasa promedio anual de 14%, aunque a tasas diferenciadas la pesca industrial, la artesanal y la acuicultura reflejan aumentos de importancia, no obstante, el grueso del crecimiento está sustentado en las capturas industriales, que si bien es menor que la de acuicultura, por el peso de la primera en el total (47.6%) su impacto es de mayor relevancia. La única categoría que refleja reducción es la pesca en aguas continentales, generalmente a cargo de la pesca artesanal.

Tabla 1: Producción pesquera y acuícola de El Salvador

Producción pesquera y acuicola de El Salvador 2000 - 2010												
Toneladas metrica												
Tipo de pesquería	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crecimiento
Pesca industrial	2,191	2,407	16,811	14,813	15,305	14,098	17,247	20,159	24,394	21,501	15,367	21.5%
Camaron	410	454	380	387	260	334	195	314	210	220	215	
Camaroncillo	1,398	1,449	872	1,039	562	324	429	552	851	779	815	
Fauna incidental	262	201	400	378	262	217	351	530	386	611	499	
Langostilla		183	247	641	598	929	778	886	287	198		
Atún (red de cerco)			14,800	12,267	13,599	12,280	15,443	17,843	22,616	19,643	13,791	
Pesca con palangre	121	120	112	101	24	14	51	34	44	50	47	
Pesca artesanal												
Marina	4,566	5,044	12,007	11,038	11,132	11,924	12,684	15,521	14,102	14,811	14,457	12.2%
Pesca continental	2,830	2,774	2,664	2,673	2,205	2,050	2,033	2,501	2,267	2,384	2,326	-1.9%
Acuicultura	260	395	781	1,131	2,219	2,203	3,078	3,729	4,199	4,344	4,488	33.0%
Camaron Marino	196	363	372	473	435	240	336	160	219	382	394	
Tilapia	64	32	409	658	1,784	1,963	2,742	3,569	3,980	3,962	4,094	
Total	9,847	10,620	32,263	29,655	30,861	30,275	35,042	41,910	44,962	43,040	36,638	14%
Crecimiento		7.9%	203.8%	-8.1%	4.1%	-1.9%	15.7%	19.6%	7.3%	-4.3%	-14.9%	

El Crecimiento se expresa como promedio anual.

Fuente: CENDEPESCA S/F, citado por Beltrán Turriago, Claudia, Contribución de la Pesca y la Acuicultura a la Seguridad Alimentaria y el Ingreso Familiar en Centroamérica, FAO, 2013.

La pesca artesanal marina aporta el 36.9% del total, aguas continentales 7.7% y acuicultura 7.8%, dentro de esta última el mayor peso de acuerdo a volumen le corresponde al cultivo de Tilapia. Si se consideran únicamente las capturas, la pesca industrial representa el 51.6% mientras la artesanal el 48.4% (sumado la artesanal marina y la continental), lo que sin duda ofrece una idea de la importancia de la pesca artesanal para la actividad en El

Salvador, como generador de actividad económica, ingresos en familias en condición de pobreza o cercanos a esta y en la seguridad alimentaria de la población salvadoreña.

Para los años siguientes, de acuerdo con (Beltrán, 2014), no se dispone de información fiable; *“Efectuadas las consultas con la Dirección General de Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA) del MAG, se comprobó que recientemente no se han adelantado monitoreos que permitan medir la biomasa de los principales recursos pesqueros de La Unión y la porción salvadoreña del Golfo de Fonseca. Sin embargo, ello no representa impedimento para tomar medidas de ordenación.*

2.a La pesca artesanal en la Bahía de la Unión de El Salvador

De acuerdo con estimaciones de (Beltrán, 2014, pág. 6) en la zona de La Bahía de la Unión y resto de área costera del Golfo de Fonseca que pertenece a El Salvador existen unas 2,000 embarcaciones, que capturaron en 2013 unas 2.2 toneladas anuales por embarcación, que equivalen a 4,535 toneladas anuales en la región. La misma autora recomienda tomar con precaución esta estimación, por estar realizada con base en la información proporcionada por los pescadores entrevistados.

De acuerdo con el “Diagnóstico de la situación actual de las cooperativas pesqueras artesanales de la zona costera de El Salvador” elaborada por la Secretaría Técnica de la Presidencia de la República (STP) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el departamento de La Unión hay 638 pescadores asociados a cooperativas que representan el 21% del total de pescadores artesanales organizados y el 22% de las cooperativas pesqueras en la franja costero-marina del país, (Beltrán, 2014), esta información es consistente con (FUNSALPRODESE, 2013) que estima el número de pescadores en La Bahía de la Unión en unos 600.

La pesca artesanal se practica en las aguas del golfo y en los múltiples canales de agua estuarina que se forman en los manglares de la Bahía de La Unión. Para el año 2003 la pesca artesanal en el Golfo de Fonseca representaba el 15% de la producción nacional, en el año 2005 este mismo indicador llegó al 17% de la producción nacional y en 2007 alcanzó el 35% de la pesca nacional (CENDEPESCA, 2007). El trabajo de (Beltrán, 2014) citando estadísticas de CENDEPESCA para el 2012 ubica la participación de las capturas en la Bahía de La Unión y en el área salvadoreña del Golfo de Fonseca en un 31% del total nacional.

Las principales especies sujetas a explotación comercial artesanal corresponden al grupo de los pargos (Lutjanidae), curvinas (Sciaenidae), bagres (Ariidae), macarelas (Scombridae) y algunas especies de Condriichthyes como tiburones y rayas (CENDEPESCA 2001-2007);

así como moluscos, camarones y otros crustáceos, todos ellos con distribución en la zona costera hasta los 80 m de profundidad (Robertson & Allen 2006), ambos citados por (Chicas Batres, González Leiva, & Ramírez Vásquez, 2012). Otros autores (Beltrán, 2014) y (FUNSALPRODESE, 2013) incluyen los robalos (*Centropomus* spp.) meros (*Epinephelus* spp.), roncadores (*Haemulon* spp.).

Un estudio realizado por FUNSALPRODESE, estima que en la Bahía de la Unión las organizaciones existentes aglutinan a unos 600 pescadores, este estudio realizado con 17 cooperativas y 4 grupos solidarios de pescadores y pescadoras, indica que solo una de las cooperativas (de mujeres) cuenta con 3 lanchas equipadas de propiedad colectiva. De acuerdo con este documento las cooperativas diagnosticadas cuentan con 53 embarcaciones que representa un poco más del 9% de pescadores con medios, no obstante, los mismos pescadores aseguran que existe una tendencia a no brindar esta información asociado a que se espera ser beneficiario de algún proyecto o por temor a que se les cobren impuestos, proponiéndose que el número de embarcaciones debe rondar los 200 con lo que un 33% de los pescadores cuentan con medios (FUNSALPRODESE, 2013).

2.b El área de estudio

El departamento de La Unión está compuesto por 18 municipios de los cuales 5 tienen costas en la Bahía de La Unión; La Unión, Conchagua, Meanguera, Pasaquina, San Alejo, el territorio del conjunto de estos municipios es de 917.07 km² y 107,778 habitantes correspondiéndole a Conchagua y La Unión la mayor parte de la población (comunicación de FUNSALPRODESE 2015). La extensión de la línea costera del Golfo de Fonseca es de 244 km de las cuales 49 km le corresponden a El Salvador (Rhi-Sausi & Conato, 2010, pág. 71).

Tabla 2: Municipio del departamento de La Unión con costas en La Bahía de la Unión

Municipios del departamento de La Unión con costas en La Bahía de La Unión		
Municipio	Extensión km²	Población
La Unión	144.38	34,045
Conchagua	209.09	37,362
Meanguera	16.68	2,398
Pasaquina	295.28	16,375
San Alejo	251.64	17,598
Total	917.07	107,778

De acuerdo con (FUNSALPRODESE, 2015), se han censado un total de 601 pescadores artesanales quienes poseen 427 embarcaciones y están localizados en 16 comunidades pesqueras, las cuales se ubican en el Golfo de Fonseca, especialmente en la Bahía de La Unión desde la comunidad de Barrancones, frontera con Honduras y la comunidad Playitas al sur de la ciudad de La Unión, abarcando cuatro municipios: Pasaquina, San Alejo, La Unión y Conchagua. En cuanto a la distribución por sexo en las comunidades pesqueras censadas se encontró que el 75.04% son hombres y el 24.96% mujeres.

Esta misma fuente indica que la pesca artesanal aporta un 50 % a la producción pesquera total en el departamento, y se desarrolla en un área de 8,000 km² entre estuarios y mar abierto. Solo en La Unión se puede adquirir hielo picado para la pesca, en las comunidades se utilizan bolsas de hielo de fabricación doméstica. Un aspecto destacable es que el Proyecto de Desarrollo y Modernización Rural para la Zona Oriental (PRODEMORO), ha apoyado a algunas cooperativas de pescadores en el equipamiento, se han entregado lanchas, motores y aperos de pesca y en algunas comunidades han implementado proyectos alternativos a la pesca como por ejemplo cultivo de hortalizas.

3. Marco de análisis

3.a Las carteristas de los pescadores artesanales

Los pescadores artesanales presentan un conjunto de características algunas de las cuales son propias de estos y otras similares a sectores de población empobrecidas, y de actividad económica con predominio de pequeños negocios, de tipo que se denomina MIPYME, que son determinantes para entender las tendencias que se observan en la actividad.

- Se trata de segmentos de población rural empobrecida que ha encontrado en la pesca un medio de vida para garantizar su sobrevivencia, que con los años se han especializado parcialmente, pero en su mayoría se mantienen en la actividad agrícola y más recientemente están desarrollando la oferta de actividades turísticas (Beltrán, 2014)
- Tienen bajos niveles de escolaridad (Tolentino & Mejía, 2007)
- La inmensa mayoría no cuenta con medios de producción, hacen parte de la tripulación organizada por el propietario de la embarcación y los que pescan en los sistemas estuarinos generalmente lo hacen con botes de madera propulsados a remo
- Los equipos con que cuentan son de autonomía limitada por lo que los esfuerzos pesqueros se concentran en la zona costera
- No tienen acceso a infraestructura de frío, por lo que las capturas una vez realizada deben venderse en el menor tiempo posible, lo que es reforzado por la tecnología de captura, al momento de levantar la red parte de las capturas lleva varias horas de muerto
- Tienen escasa capacidad de negociación de los precios de sus productos, por lo que la comercialización se constituye en uno de los problemas que más recientes
- La inmensa mayoría vende sus productos sin ninguna transformación
- El proceso productivo es realizado en un ambiente de relativo aislamiento, que genera patrones de comportamiento en los que prima la desconfianza que dificultan su organización gremial

- Las organizaciones que han logrado desarrollar, están enfocadas en la obtención de transferencias de recursos estatales y/o de la cooperación internacional, y muy poco en la gestión de los problemas que enfrentan en el proceso productivo y en su reinserción en la cadena de valor, lo que hacen débil a la organización
- No se llevan registro de ingresos y egresos
- La imposibilidad de pescar mar adentro (fuera de la Bahía), la elevada competencia entre los pescadores, en conjunto con los problemas limítrofes y las regulaciones relacionadas con la pesca en aguas de los países vecinos, constituyen limitantes en las posibilidades de capturas
- No son sujetos de crédito

Adicionalmente en la Bahía de la Unión los pescadores enfrentan otro conjunto de problemas entre ellos;

- Riesgo de robo de motores
- El aumento en el precio del combustible (Beltrán, 2014)
- Incidencia de los barcos industriales que pescan en aguas cercanas provocando contaminación y migración de peces
- Imposibilidad de obtener permisos para pescar en Honduras
- Incumplimiento de las regulaciones de la actividad por parte de la mayoría de pescadores
- Pero probablemente el problema de mayor relevancia es la disminución de las capturas con tendencia a seguir descendiendo

3.b Las reducciones de las capturas

Aunque no se encontró ningún estudio que demuestre sin lugar a dudas de que existe un fenómeno de reducción generalizada de las capturas y las estadísticas hasta el 2010 muestren por el contrario un crecimiento importante de estas, las estadísticas disponibles no reflejan todas las variables que nieguen o afirmen esta tendencia. No obstante, existe esa percepción extendida entre pescadores y estudiosos del tema.

En la literatura relacionada se propone que la reducción en las poblaciones de camarón y de otras especies objetivos de los pescadores artesanales, se debe a: (i) sobreexplotación de los recursos, (ii) el uso de artes de pesca mediante las cuales se capturan ejemplares fuera de talla dificultando su reproducción, (iii) la contaminación y sedimentación de las aguas del Golfo, (iv) las consecuencias del dragado efectuado en 2010 para construir el muelle del puerto de La Unión. Este último evento afectó no sólo los camarones sino también la capacidad de renovación de los stocks de otros recursos pesqueros (Beltrán, 2014), (Chicas Batres, González Leiva, & Ramírez Vásquez, 2012) y (FUNSALPRODESE, 2013). Del mismo modo, han contribuido a esta tendencia la incidencia de fenómenos naturales;

“Ha habido una disminución de los recursos pesqueros, debido a la sobreexplotación y fenómenos naturales como; el huracán Mitch de 1998, los terremotos de enero 13 y febrero 13 del 2001 y frecuentes movimientos telúricos que al parecer han modificado la dinámica de los recursos. Según los pescadores posterior a los terremotos del año 2001, la fauna marina se alejó de la costa debido a cambios en la plataforma marina.” (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2013, pág. 43)

Otros factores que están incidiendo en la disminución de los volúmenes de las especies objetivo son las condiciones ambientales. Existe una relación directa entre la salud de las áreas de manglar, los índices de contaminación y los efectos del cambio y la variabilidad climática con la distribución y abundancia de los recursos pesqueros (Beltrán, 2014). Debe destacarse que la disminución de la cobertura y el equilibrio ambiental del bosque de mangle es clave para la presencia de fitoplancton y zooplancton que a su vez son la base de las cadenas tróficas de los ecosistemas estuarinos y marinos. Además muchas de las especies costeras desovan en los esteros mientras otros tienen su hábitat en los mismos, por lo que las capturas dentro de estos y la destrucción del bosque de mangle incide directamente en la reproducción de las especies e indirectamente a través de la disponibilidad y calidad del alimento.

Desde la perspectiva de los pescadores la comercialización es uno de los elementos que más limitan sus posibilidades de mejorar los ingresos y desarrollarse, no obstante, existe una actitud pasiva en torno a la comercialización de los productos de pesca, solo un segmento de los pescadores intenta vender por su cuenta directamente en las comunidades aledañas o casa por casa, pero más sin que ello implique esfuerzo por organizar un sistema de mercadeo que les garantice mejoras sustanciales y sostenibles en los ingresos.

La mayoría vende a intermediarios locales que actúan también como prestamistas, financiando parte de los gastos operativos, lo que les permite consolidar su condición de compradores en ocasiones únicos en la localidad (monopsonio) para fijar los precios de los productos. Los intermediarios a su vez revenden a mayoristas de otras localidades. Ello ha conducido a que muchas intervenciones en apoyo al sector, se concentren en la infraestructura de acopio incluida la red de frío, estas han sido administradas por los mismos pescadores organizados con muy pocas experiencias exitosas, dado que carecen de experiencia en este campo y de los conocimientos necesarios.

“De acuerdo con las entrevistas realizadas a CENDEPESCA, a OSPESCA y pescadores artesanales de la zona, en el departamento de La Unión se han construido tres centros de acopio, de los cuales ninguno de ellos está operando, básicamente por errores de administración y de gestión comercial” (Beltrán, 2014, pág. 9).

3.c Cambio climático, capturas y empleo

El proceso de calentamiento global y los subsiguientes cambios en el clima estarían contribuyendo a reducir la cantidad y calidad de fauna marítima con posibilidad de ser comercializada, que ya se encontraba mermada por la sobreexplotación del recurso, lo que ha provocado una importante reducción de los ingresos de la población costera dedicada a la pesca artesanal.

El incremento de los períodos de sequía y el acortamiento de los períodos de recurrencia de éstas, tal como lo demuestra el ENSO (El Niño Oscilación del Sur), trae consecuencias negativas para la actividad pesquera debido al calentamiento de las aguas superficiales en todo el litoral del océano Pacífico (1 a 4 metros) y a la disminución pronunciada de las lluvias en la zona costera.

De acuerdo con (Monterrosa, 1998), los impactos de las modificaciones en la precipitación como producto del ENSO provocan migración de especies hacia aguas más profundas. Esta migración se traduce en reducción de la extracción de camarón de exportación de 16% en la pesca artesanal y de 23% en la industrial. En ambos casos la reducción de volumen de pesca se traduce en disminuciones de la misma magnitud a nivel de los ingresos generados por esta actividad.

Las reducciones en la actividad pesquera también ejercen influencia sobre la contratación de mano de obra. Estimaciones sobre demanda de mano de obra (Dirección de Economía Agropecuaria, 1996, citado por (Monterrosa, 1998)) señalan que el sector pesquero genera un equivalente anual de 5.2 millones de días/empleo para las diversas actividades. De estos, 88% son ocupados por la pesca artesanal y 12% por la pesca industrial.

“Si se toma como referencia la reducción del volumen de pesca reportado por la presencia del Niño (16% en la pesca artesanal y 23% en la industrial), y el porcentaje de disminución de pesca se toma como equivalente de mano de obra se tiene un impacto significativo en este sector ya que la mano de obra para la pesca artesanal se reduce en 736 días persona, y la industrial en 144 días persona por año.” (Monterrosa, 1998, pág. 113)

Se trata de una actividad productiva donde los actores socioeconómicos de la producción se encuentran en condición de pobreza o en el umbral de esta, en la que un segmento importante de estos organizan sus unidades productivas o su estrategia de consecución de ingresos como un sistema de producción relativamente diversificado, con las implicaciones en el acceso a medios de producción, de tecnología y de actitud que ello implica, que se han beneficiado del apoyo gubernamental y de la cooperación internacional a través de

intervenciones en las que se les asume como gremio homogéneo y con mecanismo tradicionales.

En estas unidades productivas por su precaria capitalización, sus debilidades en la inserción a los mercados, no solo en términos de precios sino en su total incapacidad para almacenar y consolidar volúmenes de producto, el efecto de una reducción continuada de las capturas en las zonas de pesca a las que pueden acceder podría desembocar en la inviabilidad de la actividad misma, dejando sin este importante medio de vida a una proporción importante de población.

Para tratar de contrarrestar la disminución de la disponibilidad de especies de valor comercial en las aguas del Golfo, los pescadores redoblan su esfuerzo pesquero, con el consiguiente aumento del impacto sobre las poblaciones marinas, aumentando el uso de artes de pesca (incluso recurriendo a artes poco o nada selectivas o ilegales) y de combustible, incrementando sus costos de operación y los riesgos de impactos negativos en el medio ambiente.

4. Metodología y características de los informantes

El reporte incluye información secundaria y primaria, la información primaria consiste del levantamiento de la percepción de los pescadores sobre la reducción de la presencia de las especies objetivo de la pesca artesanal en la Bahía de la Unión en el Golfo de Fonseca, el incremento de los costos de operación por esfuerzo pesquero asociados al aumento en el consumo de gasolina por la necesidad de ampliar las distancias que recorren en busca de peces, y su impacto en la emisión de gases de efecto invernadero.

Se efectuaron 4 entrevistas a informantes calificados dedicados a la pesca artesanal en el Golfo de Fonseca, de los cuales 3 faenan en las aguas de La Bahía de la Unión y uno en las inmediaciones de la Isla Meanguera del Golfo, con quienes se completó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas. Las entrevistas y la selección de los informantes estuvo a cargo de FUNSALPRODESE en su condición de socio del consorcio que impulsa el proyecto que sustenta el presente reporte.

Dos de los informantes son socios de cooperativas de pescadores artesanales de la Bahía de La Unión y 2 son pescadores independientes, los 4 poseen pangas con motor fuera de borda. Uno de los entrevistados es miembro de una cooperativa de 21 socios, en la que predominan socios mujeres, de hecho es el único socio del sexo masculino de la misma, en esta cooperativa poseen 4 embarcaciones con su motor, 3 de las cuales son de propiedad colectiva y una privada, la otra cooperativa tiene 60 socios 3 de las cuales son mujeres, todos poseen medios de pesca pero de propiedad individual. Los entrevistados no organizados poseen así mismo sus propios medios de pesca.

Tabla 3: Características de pescadores entrevistados

El Salvador						
Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión						
Datos generales						
Entrevistado	Organización / comunidad	N° socios total	De ellos mujeres	N° embarcaciones		Con motor
				Particulares	Colectivas	
José Omar Flores	Nuevo Puerto	21	20	1	3	4
Abelino Rosales Chávez	barrancones	60	3	60	0	60
Isaac Omar Enríquez	Chiquirin ¹	0	0	7	0	7
Arlen Osmin Ramos	Meanguera del Golfo ¹	0	0	1	0	1

/1: Son las comunidades a las que pertenecen los entrevistados y no organizaciones
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE

4. Resultados

4.a ¿Su producción ha disminuido en los últimos años?

Todos los entrevistados consideran que las capturas han disminuido de forma notable, debe notarse que los datos presentados se refieren a la zona específica en la que el informante realiza sus actividades de pesca. El informante que reporta la menor reducción en las capturas indica que estas se redujeron en 30% y el que reporta la mayor la ubica en 90%.

Tabla 4: Disminución de capturas

El Salvador				
Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión				
¿Su producción ha disminuido en los últimos años?				
Entrevistado	Disminuyó producción		Cuanto	Desde cuando
	Si	No		
José Omar Flores	Si		90%	2002
Abelino Rosales Chávez	Si		50%	2010
Isaac Omar Enríquez	Si		30%	2002
Arlen Osmin Ramos	Si		75%	NR

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE

En relación a la fecha desde la cual se observó dicha reducción 2 de 3 que respondieron a esta pregunta, ubican la misma desde el año 2002, lo que sería consistente con lo indicado por (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2013), en el sentido de que el terremoto del 2001 por cambios que habría provocado en el lecho marina.

4.b ¿Cuál cree que es el motivo (de la disminución de la pesca)?

De acuerdo con los entrevistados la disminución de las capturas está originada en la combinación de un alejamiento de los peces de la zona costera y en la sobre explotación de los recursos. Debe destacarse que el fenómeno de alejamiento de las costas de las especies objetivo de la pesca artesanal, es una condición que se ha presentado en otras zonas y países del Pacífico de Centroamérica que también se ha asociado a la sobreexplotación y más recientemente a los efectos del cambio climático, específicamente los episodios ENSO cálidos (Romero Jirón, Gazol Salcedo, & Escoto García, 2013).

Tabla 5: Motivos por los que considera han disminuido las capturas

El Salvador Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión ¿Cuál cree que es el motivo?				
Razones por las que consideran se ha reducido la pesca	José Omar Flores	Abelino Rosales Chávez	Isaac Omar Enríquez	Arlen Osmin Ramos
Los peces se han alejado de la costa	X			X
Se ha incrementado sustancialmente el N° de pescadores				X
Se ha incrementado sustancialmente el N° de redes y líneas por embarcación				
El efecto combinado de las dos anteriores				
Todas las anteriores		X	X	
Como ha compensado el aumento de costos del combustible	No se puede compensar	No se puede compensar	No se puede compensar	No se puede compensar
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE				

No obstante, no existen estudios que establezcan una relación causal entre el fenómeno y las explicaciones que se recogen en el presente reporte, por lo que el desarrollo de dicho estudio es clave para la definición de acciones de apoyo a esta importante actividad.

4.c Capacidad de las embarcaciones para pescar fuera de la Bahía de La Unión y fuera del Golfo

De las 72 embarcaciones que reportan los entrevistados solo 8 (11.1%) tienen capacidad para pescar fuera de la Bahía de la Unión, de estas solo 4 (5.5%) pueden operar fuera del Golfo, lo cual es indicativo de una débil capacidad instalada que limita las posibilidades de crecimiento sostenible de la actividad en la zona. No obstante, el planteamiento no está dirigido a pretender que la solución se relacione una intervención orientada a incrementar la autonomía de las embarcaciones, en el marco del trabajo que se realiza en el Golfo, esa

posibilidad debe de depender de una clara ubicación de las causas que estarían influyendo en el comportamiento de la fauna marina.

Tabla 6: Motivos por los que considera han disminuido las capturas

El Salvador Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión Capacidad de las embarcaciones para pescar fuera de la Bahía de La Unión y fuera del Golfo			
Entrevistado	Cuántas lancha pueden pescar fuera Bahía	Cuántas lancha pueden pescar fuera del Golfo	Cuántas al menos deberían cambiar el motor
José Omar Flores	3	0	0
Abelino Rosales Chávez	0	0	30
Isaac Omar Enríquez	4	3	3
Arlen Osmin Ramos	1	1	0
Totales	8	4	33
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE			

4.e ¿Ha cambiado o movido sus zonas de pesca por alejamiento de los cardúmenes?

Tres de los cuatro entrevistados aseguran que han cambiado o movido sus zonas de pesca, debiéndose alejar hasta un máximo de 80 km y un mínimo de 5 km, lo que tiene implicaciones directas en los costos de operación de los pescadores. En la tabla 5 en la última fila, se aprecia que existe una apreciación generalizada de que esta situación no puede ser compensada con ajustes en el proceso productivo.

En los hechos, el cambio de la zona de pesca que signifique un incremento en la distancia que deben recorrer, sin duda requiere de ajustes que garanticen como mínimo una mejora en el balance de gastos e ingresos para que dicho cambio tenga sentido, uno de ellos que se analiza más adelante es el incremento de las artes de pesca.

Tabla 7: Ha cambiado o movido sus zonas de pesca

El Salvador Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión ¿Ha cambiado o movido sus zonas de pesca por alejamiento de los cardúmenes?			
Entrevistado	Ha cambiado o movido sitios de pesca		
	Si	No	Distancia km
José Omar Flores	Si		15 - 20
Abelino Rosales Chávez	Si		5
Isaac Omar Enríquez	Si		80
Arlen Osmin Ramos		No	
Totales	3	1	

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE

4.f ¿A cuántos km de la comunidad pesca actualmente?

En este caso se indago sobre la distancia a la que están pescando en tres momentos espaciado cada 5 años y que cubren un total de 10 años. Los resultados indican que quien pescaba en 2005 a mayor distancia de su comunidad es también quien ha debido incrementar esta en mayor cuantía, en este caso la distancia se incrementó en 5 veces, quien inició a menor distancia ha debido duplicarla y el que inició a la distancia intermedia de las 3 observaciones obtenidas la aumento en alrededor de 3 veces, lo que probablemente se relaciona con la lógica del proceso de inversión en capacidad instalada que realizan los pescadores.

Tabla 8: Cambios en la distancia de pesca

El Salvador Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión ¿A cuántos km de la comunidad pesca actualmente?			
Entrevistado	A cuantos km desde la comunidad pesca		
	2015	2010	2005
José Omar Flores	15 - 20	10	5
Abelino Rosales Chávez	5	2 - 3	2 - 3
Isaac Omar Enríquez	80	17	16
Arlen Osmin Ramos	3		

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE, 2015

Este patrón debe ser confirmado por estudios de mayor profundidad sobre la forma en que se manifiesta el problema, que por el alcance del presente trabajo no puede ser confirmado. Por lo pronto es claro que el impacto en los costos de producción es significativo, sobre todo si se considera que el consumo de combustible constituye el grueso de los costos de la pesca artesanal.

En el caso de Arlen que solo indica la distancia actual, ello probablemente está relacionado con el tiempo de estar pescando, una variable que sobre la cual no se indaga, por el supuesto de que se entrevistarían informantes calificados, es decir con suficiente tiempo en la actividad como para emitir opiniones que reflejaran aproximadamente la situación de la actividad en esa zona.

4.g Ha aumentado la cantidad o el tamaño de sus redes o de sus cimbras

Tabla 8: Cambios en cantidad o tamaño de las redes o cimbras

El Salvador			
Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión			
Ha aumentado la cantidad o el tamaño de sus redes o de sus cimbras			
Entrevistado	Ha aumentado la cantidad o el tamaño de sus redes o de sus cimbras		
	si	No	Cuanto
José Omar Flores	Altura		60%
Abelino Rosales Chávez		No	
Isaac Omar Enríquez	Altura		300%
Arlen Osmin Ramos		No	
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE, 2015			

De los 4 entrevistados 2 han cambiado el tamaño de las redes de pesca, el pescador que no ha reporta cambios en su zona de pesca también indica que no ha cambiado la cantidad o el tamaño de las artes utilizadas. En este sentido los pescadores ajustaron su capacidad de capturas incrementando la altura de las redes entre un 60% y 300%, en busca de garantizar un aumento de las capturas, de forma que les sea posible compensar el mayor gasto de combustible asociado a los cambios en la zona de pesca.

Lo que supone un aumento en la presión sobre la fauna marina, en el sentido de que la mayor altura de las redes extiende

la cobertura de redes sobre el área de la Bahía, pero también porque para los pescadores es un imperativo garantizar mayores capturas para cubrir los costos incrementados, constituyéndose en un fuerte estímulo para el uso de artes de pesca ilegales, cuando por los medios autorizados ello no se garantiza.

4.h Gasto de gasolina

Se obtuvieron 3 observaciones que reflejan en 3 momentos del consumo de galones de gasolina diaria para la faena de pesca. En el caso de menor consumo el incremento es de 100%, en el segundo en magnitud el incremento es de 350% y en el de mayor consumo el

aumento es de 700%, en este caso específico por razones prácticas la información obtenida debe tomarse con precaución, ya que a menos que se trate de una lancha de pesca de altura, el consumo reportado (70 galones equivalentes a 1.27 barriles) no es consistente con los rangos de consumo que normalmente manejan los pescadores artesanales.

Tabla 10: Gasto de combustible

El Salvador Resultados de entrevistas a pescadores de La Bahía de la Unión ¿Cuál es su gasto en combustible en galones?				
Entrevistado	Gasto de combustible actual			Aumento de consumo
	Actual	2010	2005	
José Omar Flores	7	4	2	5
Abelino Rosales Chávez	2	2	1	1
Isaac Omar Enríquez	70 - 80	10	10	60
Arlen Osmin Ramos	5			0
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por FUNSALPRODESE, 2015				

Si no se considera este caso (Isaac Omar Enríquez) el aumento se sitúa entre el 100% y el 250%. El aumento monetario de los costos para los casos restantes (los señores Flores y Chávez) considerando un precio por galón de gasolina mezclada de USD 5.5 adquirida a través del intermediario (Beltrán, 2014, págs. 5 - 6), sería de USD 33.0, un promedio de USD 16.5 por pescador. De acuerdo con esta misma fuente el costo por faena en 2014 fue de USD 30.0 constituyendo el gasto por combustible el 73.3% del costo total, lo que es consistente con el incremento promedio de los costos observado en el período 2005 – 2015, originado en cambios en la zonas de pesca, dicho incremento representa el 55% del costo actual.

4.h.1 Emisiones de CO₂

Las implicaciones de este incremento en el consumo de gasolina por parte de la pesca artesanal además de impactar en los costos de operación de los pescadores, tiene efectos sobre los niveles de emisión de CO₂ relacionados con la combustión de este hidrocarburo, debe destacarse que no se encontró en la literatura estudios de emisión por consumo de gasolina de motores marinos fuera de borda, por lo que se utilizará las emisiones correspondientes al consumo de gasolina de motores de combustión interna en general.

Dichas emisiones se sitúan entre 2.38 kg de CO₂ por litro y los 2.5 kg de CO₂ por litro, según diversos autores; las emisiones asociadas al consumo de gasolina ascienden a 2,5 kg de CO₂ por cada litro de combustible que consume el motor de un automóvil. (OMS, 2008);

la emisión de CO₂ de los distintos hidrocarburos son ...Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO₂/litro (Oficina Catalana del Canvi Climatic, 2012), finalmente;

“Las reacciones químicas para la combustión de gasolina, diesel, gas licuado o carbón son conocidas y los factores de emisión de estos combustibles están relativamente bien determinados. Entre 1996 y 2006 los factores de emisión de la gasolina, diesel y gas licuado nacional eran cercanos a 2.4, 2.7 y 1.5 kilogramos de CO₂ por litro consumido, con una variación inferior a 10% durante todo el periodo.” (Anónimo, 2010)

Tabla 11: Incremento gasto total y emisiones totales

Incremento del gasto total de los pescadores artesanales de la Bahía de la Unión y de las emisiones de CO₂ por aumento en el consumo de gasolina		
Concepto	Aumento gasto promedio total	Incremento emisiones kg/CO ₂
Número de embarcaciones	200	200
Días trabajados	175	175
Promedio de aumento por embarcación / faena (GI)	3	3
Total galones incrementados	105,000.00	105,000.00
Costo galón mezclado intermedio USD\$/GI	5.50	
Emisiones CO ₂ por galón gasolina consumido		9.01
Total emisiones incrementadas		945,974.41
Incremento gasto total de pescadores USD\$	577,500.00	

Fuente: Elaboración propia

Si se toman los niveles de emisión mínimas 2.38 kg de CO₂ por litro ello implica que las emisiones de la combustión de un galón de gasolina sería de un poco más de 9 kg de CO₂ por galón. Por lo que el aumento de 6 galones de gasolina, en los 2 casos indicados implica un aumento de las emisiones de un poco más de 54 kg de CO₂ por día o bien de 27 kg de CO₂ por día de faena.

Si se considera que existen 200 embarcaciones operando en la Bahía de la Unión ((FUNSALPRODESE, 2013) propone que podría ser un poco más de esa cifra), que se trabaja una media de 175 días en el año (Beltrán, 2014), y que el aumento promedio de 3 galones por embarcación (ver tabla 10) es aplicable al conjunto de embarcaciones resulta en un aumento en los gastos por consumo de

combustible de USD 577,500 dólares para toda la flota y en un aumento de las emisiones de CO₂ de 472 toneladas anuales de CO₂ siempre para el conjunto de la flota.

5. Conclusiones

Existe una percepción generalizada entre los productores de que la pesca se ha disminuido, la mayoría considera que los peces (o al menos los que constituyen objetivos de la pesca artesanal) se han alejado de la zona costera. Entre las razones que se proponen se insiste en una sobreexplotación de los recursos, no obstante, con la información disponible esto no es claro, las estadísticas sobre el número de embarcaciones son poco precisas, solo se cuenta con estimaciones a groso modo del esfuerzo pesquero que se realiza.

Las 2000 embarcaciones que se estima faenan en la zona costera de la Bahía pueden estar ejerciendo presión sobre los recursos, no obstante, sin contar con datos de todos los indicadores relacionados es difícil aseverar o negar dicha percepción. En Nicaragua existe una percepción similar alrededor del alejamiento de los peces de la zona costera, no obstante, los estudios de biomasa reflejan que las capturas son reducidas si se compara con la capacidad estimada por los estudios (Cuenta Reto del Milenio Nicaragua, 2010). Lo que no implica que el fenómeno no se esté manifestando.

Lo más probable es que se trate de un fenómeno multicausal, en el que se estén reduciendo ciertas especies por las capturas, pero sobre todo que las mismas se alejen de las zonas costeras debido;

- La contaminación de las aguas con agroquímicos utilizado en la actividad agropecuaria, en especial de las aguas asociadas al bosque de mangle así como la reducción de la cobertura de este. Como es conocido en el bosque de mangle se origina buena parte de la base de la cadena alimenticia y son criaderos naturales de varias de las especies de hábitos costeros.
- Sedimentación del golfo por escorrentías que arrastran los suelos agrícolas desde las cuencas asociadas al Golfo, así como, por el vertido de desechos de la actividad humana en los asentamientos ubicados en las cercanías, que provocan cambios en la composición del agua y afectan los procesos biológicos naturales de la misma, el huracán Mitch contribuyó notablemente en la contaminación por sedimentos y por agroquímicos.
- Los cambios en la plataforma marina inducidos por los terremotos
- El efecto de los ENSO episodios cálidos que inducen migraciones de los peces hacia aguas más templadas.

Incluso cambios en el comportamiento de las corrientes o en las concentraciones de alimentos inducidos por uno o varios de estos factores, podría ser percibido por los pescadores artesanales como una reducción de los peces en su zona habitual de capturas, especialmente porque estos no cuentan con los medios adecuados y modernos para dar seguimiento a los cardúmenes.

En estas circunstancias una proporción importante de pescadores han desplazado sus zonas de pesca alejándose de la costa y estarían ajustando el proceso productivo por medio del aumento de la altura de las redes en un esfuerzo por garantizar la rentabilidad de la actividad. De acuerdo con la información disponible, un segmento no despreciable de pescadores no ha movido su zona de pesca ni incrementado sus artes de pesca en volumen o tamaño, lo que puede estar originado en una escasa capitalización y dificultades para acceder a esta, desafortunadamente el entrevistado no brindó información sobre las razones para ello.

El proceso de búsqueda de nuevas zonas de pesca tiene al menos 3 implicaciones para la actividad pesquera, el clima y el ambiente, que en conjunto afectan a la sociedad en su conjunto;

- Un aumento en el gasto de combustible, significativo respecto a los costos de operación
- Un incremento importante en los niveles de emisión de CO₂
- Un fuerte estímulo para incrementar las capturas por esfuerzo pesquero dada la necesidad de cubrir costos de operación incrementados

Un aspecto que destaca en esta situación, es que parte de la mayor presión sobre los recursos en principio es un juego de suma cero, por cuanto el elemento en el que se incrementa el gasto y que hay que cubrir con mayores capturas, es importado listo para consumirse, por lo que de este al país únicamente le queda lo correspondiente a la mayor actividad comercial asociada a la distribución de la gasolina.

Posibles acciones orientadas a apoyar la actividad de la pesca artesanal requiere de un estudio a profundidad de la biomasa de especies comerciales y de las causas que pudieran estar determinando su migración si este es el caso, de forma que se posibilite definir acciones que efectivamente se enfoquen en las causas que originan el fenómeno.

Para algunas de las causas identificadas y en las que ya existen estudios como las referidas a la contaminación de las aguas y el uso de artes de pesca ilegales, para las cuales existen propuestas de solución y/o atención es lógico pensar en su impulso y fortalecimiento, y de ser el caso reforzar la participación activa de los interesados en las soluciones propuestas.

6. Bibliografía

- Anónimo. (2010). *Futurocostaensenada*. Recuperado el 12 de Marzo de 2015, de <https://futurocostaensenada.files.wordpress.com/2010/02/queeslahuella.pdf>
- Beltrán, C. S. (2014). *Análisis de viabilidad de acciones de apoyo al sector pesquero y acuícola en la franja costero-marina de El Salvador*. San Salvador: BID.
- CENDEPESCA. (2007). *Estadísticas Pesqueras 2001 - 2007*. San Salvador.
- Chicas Batres, F., González Leiva, J. A., & Ramírez Vásquez, W. (2012). *ECOLOGÍA BÁSICA DE LOS PECES DEL GOLFO DE FONSECA: Bases para el manejo de la pesca artesanal*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- FUNSALPRODECE. (2015). *Comunicación interna del proyecto*. La Unión, El Salvador.
- FUNSALPRODESE. (2013). *Diagnóstico Situacional con Enfoque de Género del Sector Pesca Artesanal de la Bahía de la Unión*. La Unión, El Salvador.
- Martínez Ortiz, A., & Bravo Moreno, J. (2013). Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua). En D. Soto, & R. Quiñones, *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina; Potenciales impactos y desafíos para la adaptación* (págs. 39 - 102). Roma: FAO.
- Monterrosa, M. (1998). *Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador; Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador*. San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Oficina Catalana del Canvi Climatic. (2012). *Guía práctica para el calculo de gases de efecto invernadero*. Cataluña, España: Generalitat de Catalunya.
- OMS. (2008). *La Reducción de su Huella de Carbono; Lista de Acciones Paliativas*.
- Rhi-Sausi, J. L., & Conato, D. (2010). *COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA E INTEGRACIÓN EN AMÉRICA LATINA: LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO FRONTERAS ABIERTAS*. IILA - CESPI.
- Romero Jirón, W., Gazol Salcedo, J., & Escoto García, R. (2013). *Elementos de Análisis de la Cadena de Valor*. Managua: Fenicpesca.
- Tolentino, J. A., & Mejía, L. (2007). *Análisis y Propuestas del Sector Pesquero Artesanal de Centroamérica ante el Acuerdo de Asociación con la Unión Europea*. El Salvador: FUNDE - CONFEPESCA.
- WWF. (2013). *Evaluación de la Pesca Artesanal en el Golfo de Fonseca*. Guatemala.

7. Anexos

Anexo 1: Matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente en la pesca artesanal en El Salvador.

Actividad/Proceso	Acción / Cambio	Efectos	Mitigación / Adaptación	Comentarios
Incremento de temperatura en las aguas	Reducción de especies de interés para los pescadores	Reducción de especies de interés para los pescadores	Reducción de especies de interés para los pescadores	Reducción de especies de interés para los pescadores
		Incremento de costos de operación por combustible	Elevar eficiencia en uso de combustible	El incremento en los costos de producción por el aumento del uso de combustible podría ser disminuido mediante el uso de motores de cuatro tiempos o dependiendo del tamaño de la embarcación el uso de motores fijos internos. Ambos tienen un costo de operación más bajo que los motores tradicionales de dos tiempos
		Reducción de ingresos por reducción de pesca	Uso de sistemas de arrecifes artificiales	Tanto en El Salvador como en Nicaragua se ha hecho uso de esta técnica, la cual consiste en el hundimiento de estructuras de concreto o madera en zonas de pesca, con algunas características, como corrientes moderadas, profundidad media a poca. Los resultados obtenidos han sido bastante buenos. Requiere de una participación permanente de las comunidades o de las organizaciones en su vigilancia, para evitar pesca furtiva.
		Conflicto entre pescadores y entre países	Acuerdos de cooperación en la pesca	Este tema ya tiene décadas de estar presente y solamente ha traído situaciones negativas. Habría que explorar y tomar medidas definitivas que comprenden acuerdos entre países y entre pescadores. Adicionalmente, otra solución podría ser la pesca fuera del Golfo, realizándola en forma conjunta entre pescadores u organizaciones y con el sistema de embarcaciones nodriza, que ofrece dos ventajas: seguridad para el pescador y ahorro substancial de combustible.
Incremento de uso de combustibles	Derrames de combustibles	Contaminación de las aguas y las costas	Mejorar sistemas de manejo del combustible	Una forma de lograrlo sería instalar y usar despachadoras anti-derrame y también se puede mejorar la situación con una revisión periódica y el mantenimiento del estado estructural de los tanques de acopio de combustible en tierra y los de los motores que llevan las embarcaciones.
Fuentes: PROARCAS-Costas, 2001-CORREDOR BIOLÓGICO GOLFO DE FONSECA-EL SALVADOR. Programa Ambiental Regional para Centro América, San Salvador. WWF, 2013 – EVALUACIÓN DE LA PESCA ARTESANAL EN EL GOLFO DE FONSECA, World Wildlife Foundation, Guatemala.				

Anexo 2

ENCUESTA PARA PESCADORES Y RECOLECTORES				
1. Nombre		1.a Nombre de organización a la que pertenece.		
2. Número de socios		2.a De ellos mujeres		
3. Total de embarcaciones de los socios de la organización. Particulares _____ Colectivos _____		De ellos con motor		
4. ¿Su producción ha disminuido en los últimos años?		Sí	No	Cuánto: %
		Desde Cuándo?		
5. ¿Cuál cree que es el motivo?		2.a. Los peces se han alejado de la costa		
2.b. Se ha incrementado sustancialmente el N° de pescadores		2.c. Se ha incrementado sustancialmente el N° d redes y líneas por embarcación		
2.d. El efecto combinado de las 2 anteriores		2.e. Todas las anteriores		
6. ¿Cuántas de las embarcaciones tienen capacidad para pescar fuera de la bahía de La Unión? ____ ¿Cuántas fuera del Golfo de Fonseca? ____		6.a. ¿Cuántas deberían al menos cambiar el motor? (es decir; la lancha es adecuada)		
7. ¿Ha notado cambios en las mareas? ¿Más altas?		Sí	No	Cuánto Cada cuánto
8. ¿Ha cambiado o movido sus zonas de pesca por alejamiento de los cardúmenes?		Sí	Cuánta distancia (Km)	
		No	¿Por qué no? (anotar en siguientes 3 líneas)	
4 ¿Ha notado si zonas de pesca con abundancia de piedra, (como para pargo) parece que están más profundas o que los peces no aparecen o la pesca disminuyó?		Sí		No
5. ¿Actualmente están pescando más lejos?		Sí		No
5.a. ¿A cuántos Km. desde la comunidad pesca actualmente? 2015 _____		A cuantos Km. en 2010 _____ A cuantos Km. en 2005 _____		
6. ¿Cuánto es su gasto diario de combustible actualmente (en galones)?		6.a. ¿Cuánto era su gasto diario de combustible en 2010 (en galones)?		
6.b. ¿Cuánto era su gasto diario de combustible en 2005 (en galones)?		6.c. ¿Cómo ha compensado el aumento se los costos?		
7. Ha aumentado la cantidad o el tamaño de sus redes o de sus cimbras		Si	No	Cuánto: %
8. Para recolectores de moluscos : ¿ha notado cambios en los niveles del agua en los sitios donde recolecta su producción?		Si	No	Cuánto:
9. Para recolectores : la anterior situación ¿le ha afectado sus niveles de producción?		Sí	No	Cuánto Mucho Poco

4.3- Desechos de plástico de la producción melonera de Honduras en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca

Lic. Welbin Romero Jirón

1. Antecedentes

El cultivo del melón (*Cucumis melo*) es una planta anual, originaria de Asia occidental y África, se cultiva para el aprovechamiento de los frutos que poseen un sabor delicioso, delicado y apetecido, especialmente en la época de mucho calor, presentan diferentes tipos de pulpa desde color naranja, verde y salmón, para los países más alejados de los principales países importadores se trata de un mercado de elevada competencia, exigencias en términos de calidad y de los períodos en los que debe llegar al mercado. La producción de Melón en Honduras esta principalmente en manos de empresas grandes integradas verticalmente desde la producción hasta la exportación.

El 80% de la producción de Melón en Honduras se concentra en los departamentos de Choluteca y Valle. Los principales países productores de melón en el mundo son China, Turquía, Irán, España y Estados Unidos de América. Las exportaciones hondureñas se dirigen principalmente hacia los Estados Unidos y en menor medida a la Unión Europea, este último mercado presenta mayores exigencias ambientales para las importaciones del producto.

La tecnología utilizada para la producción de Melón se basa en el uso de mulching o acolchado del suelo con filmes de poliuretano, el cual tiene importantes ventajas para el cultivo, pero también efectos no deseados en el ambiente por contaminación con desechos de plástico y la sustentación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el proceso de producción y traslado del poliuretano desde su origen hasta las zonas de producción en suelo hondureño.

Como se conoce los desechos de plástico en ausencia de tratamientos adecuados se ha convertido en uno de los elementos de contaminación relevantes de los océanos en el mundo, por su elevada recalcitrancia y porque en su nivel avanzado de degradación se constituye en lo que se conoce como micro plásticos que afectan la vida marina e incluso la humana, por lo que resulta relevante avanzar en el conocimiento de lo que sucede en las cuencas asociadas al Golfo de Fonseca con los desechos de este producto. Se busca revelar el nivel de consumo de polietileno en el acolchado con este material en el cultivo de Melón, en los departamentos de Choluteca y Valle, el reporte fue preparado exclusivamente a partir de información secundaria.

El mismo se dividió en 7 partes; en la primera se presentan algunos antecedentes, en la segunda la importancia del cultivo para el país, en la tercera los elementos relevantes de la

agro climatología del cultivo a fin de contextualizarlo en el marco del cambio climático, en la cuarta los posibles riesgos ambientales del cultivo con tecnología de acolchado polietileno, en la quinta el marco de análisis, en la sexta las simulaciones de consumo de plástico en la producción melonera de honduras y las emisiones de GEI asociadas a ese consumo y en la séptima se aventuran algunas conclusiones. Debe indicarse que no se logró determinar las emisiones de GEI en la transportación de los filmes de plástico desde el país de origen hasta los puertos hondureños, por falta de información, sobre la procedencia de los mismos.

2. Producción de Melón en Honduras

La producción de Melón en el período 2008 – 2013, último año que reporta la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) presenta un incremento promedio anual de 6.6%, mientras la producción del mundo se encuentra prácticamente estancada -0.5%. El crecimiento de la producción melonera de honduras se sustenta en el crecimiento del área cosechada, los rendimientos se han mantenido alrededor de las 29 toneladas por hectárea. El área destinada al cultivo del Melón en Honduras en 2013 fue de 10,990 ha.

La producción de Melón en Honduras se destina a la exportación. El principal mercado destino de las exportaciones de Melón hondureño son los Estados Unidos y la Unión Europea el segundo, específicamente Los Países Bajos, Reino Unido, Bélgica y Alemania (Chavarria S., 2010). Las exportaciones de Melón se encuentran entre las de mayor importancia del sector agropecuario en Honduras. El informe Las Mujeres en la Industria Melonera de Honduras indica que; *“Los melones son la cuarta mayor exportación agrícola de Honduras, una importante fuente de ingresos para el país.”* (International Labor Rights Forum y COSIBAH, 2012).

En Honduras el cultivo del melón inicia en la década de los ochenta, alcanzando su auge a principios de la década de los noventa, para luego reducirse al final de la misma por causa del Huracán Mitch. La producción fue introducida por grandes empresas, pero rápidamente se expandió a cerca de 1,000 pequeños productores, durante el auge productivo (“Medidas ambientales y acceso al mercado del melón hondureño”. Secretaría de Industria y Comercio (SIC)), citado por (Chavarria S., 2010)). No obstante, en la actualidad el cultivo está en manos de grandes empresas exportadoras, los pequeños productores han ido saliendo del mercado por precio y restricciones del mercado (Chavarria S., 2010), quedando únicamente alrededor de 150 productores pequeños (International Labor Rights Forum y COSIBAH, 2012).

Tabla 2: Área y producción de Melón en Honduras

Producción de Melón Honduras					
Año	Área Ha	Rend. Ton/Ha	Producción Ton	Área Mundial Ha	Producción Mundial Ton
2008	7,253	29.9	216,899	1,279,375.0	30,281,088.0
2009	7,685	29.9	229,912	1,148,773.8	26,429,871.8
2010	7,665	27.0	206,799	1,340,015.9	31,605,906.1
2011	10,973	29.8	326,563	1,337,654.1	31,802,252.6
2012	9,550	30.2	288,272	1,170,858.6	28,384,233.2
2013	10,990	29.0	318,710	1,185,303.3	29,462,541.9
CPA ¹	7.2%	-0.5%	6.6%	-1.3%	-0.5%
/1: Crecimiento Promedio Anual					
Fuente: FAOSTAT, http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S , 22 mayo 2015					

El cultivo de Melón es también un importante generador de trabajo, se estima que laboran en esta actividad unos 25,000 trabajadores en el departamento de Choluteca, aunque en su mayoría se trata de trabajo temporal (International Labor Rights Forum y COSIBAH, 2012). El cultivo de Melones se realiza en la zona sur de

Honduras por presentar las condiciones climáticas adecuadas para el mismo, concentrándose principalmente en los departamentos de Choluteca en donde se encuentra alrededor del 80% de la producción nacional, Valle y San Lorenzo (Torres & Miquel, 2003). Las cosechas y exportaciones se realizan en las épocas secas del año; los meses de noviembre a enero y una segunda cosecha de marzo a mayo.

3. Melón y Agro climatología

En dependencia de la variedad el período vegetativo del Melón es de: 100 - 120 días o de 90 - 105 días, (Asociación Macroregional de Productores para la Exportación, 2006). En Honduras el periodo de cosecha comienza en diciembre y finaliza a principios de abril (Torres & Miquel, 2003), en busca de aprovechar los picos de precios de estos meses. La planta de melón es de climas cálidos y no excesivamente húmedos, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación su desarrollo se ve afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos. Las temperaturas adecuadas para el cultivo se diferencian según la etapa del cultivo;

- Durante la germinación la temperatura mínima debe aproximarse a los 13 – 15°C y la máxima debe rondar los 39° C, siendo la temperatura optima entre los 22 – 28°C.
- En la floración la temperatura óptima se sitúa entre 20 – 23°C
- Durante el desarrollo la temperatura óptima se ubica entre los 25- 30°C.
- Y en la maduración del fruto lo que más afecta es la temperatura mínima que no debe ser menor a los 25°C.

Al inicio del desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65%. La duración de la luminosidad en relación con la temperatura, influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral,

fecundación de las flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos. La planta de melón no es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7. Si es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radicular y podredumbres en frutos (PROMOSTA, 2005). Los suelos adecuados para el cultivo son los francos arenosos, ligeros y fértiles, ricos en materia orgánica, profundos, mullidos y bien drenados. La precipitación pluvial requerida por el cultivo se ubica entre los 1000 - 2000 mm (Consejo Económico y Social, 2005).

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está estrechamente influenciado por la temperatura y las horas de iluminación, de forma que días largos y temperaturas elevadas favorecen la formación de flores masculinas, mientras que días cortos con temperaturas bajas inducen el desarrollo de flores con ovarios, (PROMOSTA, 2005).

En Honduras los efectos del Mitch en el cultivo de Melón y en general en la agricultura no tienen precedentes en el país. Por otro lado, existen casos documentados de efectos negativos del cambio climático en el cultivo para el caso de Costa Rica: El melón se desarrolla en forma idónea en condiciones secas. En Costa Rica, la época seca tradicionalmente se ha presentado entre los meses de noviembre a abril en la región del Pacífico Norte y de diciembre a marzo en la región del Pacífico Central, que son las principales zonas productoras de melón para la exportación. Sin embargo, debido al cambio climático, en los últimos años se han presentado precipitaciones importantes en los meses de producción, lo que provoca condiciones muy favorables para el desarrollo de diversas enfermedades.

Esta situación es particularmente importante cuando se presenta el fenómeno de La Niña, y es uno de los elementos que explican el debilitamiento del sector exportador de melón en Costa Rica. En este sentido, la búsqueda de materiales genéticos con resistencia o mayor tolerancia a esas enfermedades será de gran ayuda para disminuir el riesgo de la actividad y asegurar la rentabilidad económica. (Monge-Pérez, 2014).

4. Riesgos potenciales al ambiente y el clima del cultivo de Melón con acolchado de plástico.

En general al cultivo de Melón se asocian un conjunto de efectos ambientales en parte típicos de agro actividades exportadoras, otras propias del cultivo y/o la tecnología utilizada (ver anexos 1 y 2). Dos problemas parecieran particularmente relevantes para el ambiente y el clima; (a) el manejo de los desechos sólidos especialmente láminas de plástico y envases de plástico de los pesticidas y (b) el uso del bromuro de metilo, por su nivel de toxicidad y sus efectos sobre el ozono.

El Bromuro de Metilo es un gas que por su efecto destructivo de la capa de ozono fue incluido por Naciones Unidas en la lista de químicos cuyo uso debe ser eliminado, este fue incluido en el “Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la Capa de Ozono”. El Bromuro de Metilo se utiliza para controlar un gran número de plagas y enfermedades en el campo y en las ciudades, en el campo generalmente se utiliza para esterilizar el suelo controlando nematodos, hongos, malezas e insectos, se aplica inyectándolo al suelo o a los semilleros, que luego se cubre con plástico para retener el gas. Se emplea en productos de agro exportación de alto valor, también se utiliza para proteger granos almacenados, esta sustancia tiene la particularidad que entre el 50% y 95% de este pasa a la atmosfera. (Instituto de Investigación Agropecuaria, 2003).

Honduras se ha comprometido a la eliminación del uso del Bromuro de Metilo, por lo que el país avanza en el desarrollo de su sustitución por otras prácticas, no obstante, avanzar en este sentido ha estado marcado por las exigencias de los mercados a los cuales se dirigen las exportaciones, de forma que productores orientados al mercado norteamericano, menos exigentes que la Unión Europea en cuanto al uso de este producto, presentan más resistencia a abandonar su uso, que los que exportan a hacia este último mercado (Secretaria de Industria y Comercio, 2005). Cabe destacar que de acuerdo al Protocolo de Montreal para el 2015 el uso de este producto se debe haber eliminado en los países desarrollados y en los países en vías de desarrollo debe registrarse una reducción del 20% respecto a los niveles de consumo de 1998, (Berardocco, 2010).

Por otro lado, como se conoce los desechos de plástico por lo general tardan cientos de años en degradarse, que coloca al cultivo de Melón como una fuente de desechos de plástico. Además el manejo, traslado y deposición de estos desechos, tiene costos sociales relevantes que no necesariamente son reconocidos por la estructura de costos de la actividad.

5. Marco de análisis

Desde la economía ambiental se cuestionan los límites de la economía por la escasez de recursos naturales. En teoría, si un recurso es escaso, su precio aumenta y disminuye su consumo. Plantean que se dará una desmaterialización de la economía, debido a; (a) una tendencia decreciente de uso de recursos generada por cambios en el consumo final de bienes y servicios, (b) al progreso tecnológico que aumenta la eficiencia del uso de recursos y (c) a la sustitución de materias primas tradicionales por otras más eficientes (Malembaum, 1978, citado en (Carpintero, 2003). Pero la eficiencia de la sustitución de materias primas es relativa, la sustitución del petróleo por bio combustibles, por ejemplo, requiere de grandes extensiones de tierra para cultivar y pone en riesgo la seguridad alimentaria, al dedicar alimentos para la producción de combustibles o bioplásticos.

A finales del siglo XIX, la curva de Stanley Jevons mostró la perversión de la eficiencia, entre más eficientes son los procesos productivos se termina consumiendo más, Jevons realizó su análisis con el carbón, señalando que con la invención de James Watt de la máquina de vapor y algunas otras innovaciones la eficiencia de uso del carbón aumentó, aumentando también su consumo. A mayor eficiencia, ahorro de energía y/o materiales, se reducen los costes aumentando el consumo. Los plásticos presentan un alto y creciente consumo, sus bajos costos han permitido la creación de productos más económicos que requieren menos energía para su producción, generando más demanda de estos.

Los avances tecnológicos en el caso del plástico generaron una cultura de alto consumo aunque los productos tengan una vida útil extremadamente limitada, en el caso de las bolsas de plástico generalmente de menos de un día, pero que tienen diversos efectos negativos en el ambiente y la sociedad. A estos efectos no considerados en los costos de producción y consumo, se les denomina externalidades, para la economía tradicional una vez que las externalidades (negativas) se internalizan en los costos, deberían de dejar de constituir un tema de debate, por cuanto el mercado se encargará de ajustar el consumo actual al óptimo social que la hagan social, económica y ambientalmente sostenible. En general las externalidades (negativas) no valorizadas son fallas del mercado, para corregir las externalidades el Estado debería intervenir con instrumentos económicos, tributarios y regulatorios, y lograr el óptimo social donde la ganancia marginal privada iguale al coste externo marginal.

No obstante, desde otra perspectiva se propone que hay externalidades que no pueden ser corregidas (Dayle, 2007). Esto es así, porque algunas alteraciones son inciertas por falta de información, por no existir el conocimiento suficiente, porque los daños a los ecosistemas son acumulativos, hay pérdidas termodinámicas irreversibles, no hay certeza de las reservas de los recursos no renovables y de futuras tecnologías que permitan su reemplazo. Pero además, no es posible reducir las externalidades a una unidad de valor, pues sería arbitrario. Al no poder valorar, se deben considerar otros aspectos diferentes a los de la economía tradicional. La naturaleza no puede medirse en unidades homogéneas de valor, su contribución en la producción depende de las condiciones de resiliencia. Abordar problemáticas ambientales requiere conocimientos multidisciplinarios debidamente integrados y contemplar aspectos amplios de política mucho más allá de los planteados por la economía tradicional. (Maldonado, 2012).

Sin embargo, la valoración del ambiente es difícil, no sólo hay valores de uso, también hay otro tipo de valores como el de no uso o el de existencia (Azqueta, 2002). ¿Cómo valorar que los océanos estén contaminados? ¿Cuánto cuesta que los RP floten en el mar y la pérdida de biodiversidad? o ¿Cuánto espacio se está dispuesto a destinar para construir más rellenos sanitarios y quién va a estar dispuesto a tenerlos cerca? Hay cosas que no tienen

precio y algunos impactos son irreversibles, algunas veces se trata de lo que se está dispuesto a sacrificar.

Los impactos de los residuos plásticos no se deben exclusivamente a una sola causa y no tienen una única solución, no sólo se trata de separar y reciclar, pues esto genera otros impactos, también se debe analizar la situación desde el consumo desmedido que responde al modelo económico y los cambios culturales derivados de éste (Maldonado, 2012). Las tecnologías agrícolas que utilizan este producto no son responsables de todo el problema, pero hacen parte de este, por lo que resulta en una necesidad avanzar en el conocimiento del problema y el debate de las posibles soluciones para los países centroamericanos.

Las políticas ambientales centralizadas en los impuestos pigouvianos (Piguo fue pionero en 1920 en realizar un análisis exhaustivo de las externalidades, que hacen que la maximización del bienestar privado no coincida con la maximización del bienestar social) son costosas y tienen eficacia relativa, pues dependen de la eficacia de las instituciones del Estado, en la aplicación de la política y en la definición de las tasas que lleven los precios al equilibrio óptimo. Los impuestos pigouvianos corresponden a un valor del costo social infringido a la colectividad y cobrado al contaminador. El productor que contamina se sentirá desmotivado a seguir produciendo contaminación y mejorará sus procesos al verse reducidas sus ganancias o internalizará el costo ambiental de seguir contaminando, pagando.

5.1 Plástico y agricultura

Es claro que el plástico contribuye a mejorar la comodidad y bienestar de la sociedad actual, sin embargo la cantidad de residuos generados plantea un reto ambiental. Los plásticos son toda una familia de materiales con diversos usos. Sus propiedades les permiten ser moldeados en infinidad de formas, generando miles de productos. El plástico ha reemplazado otros materiales, por su bajo costo, su poco peso, permeabilidad, durabilidad e higiene. En su mayoría, el plástico proviene del petróleo, se estima que entre un 5% y un 7% de la producción mundial de este recurso, es destinado a la producción de este material. Para producir un kilo de plástico se requieren dos kilos de petróleo (ACRR, APME, ECVI, EUPR, EUPC, 2004).

El empleo de diferentes tipos de polímeros sintéticos en la agricultura es una tecnología emergente, que ha permitido convertir tierras aparentemente improductivas en explotaciones agrícolas productivas y en casos, incrementar la calidad de frutas y de hortalizas. Tiene múltiples aplicaciones, que se concentran en su uso en invernaderos, en túneles, en micro túneles, en acolchado o mulching, en mallas para sombrero y en embolses (MACÍAS, MUÑOZ, VELÁSQUEZ, & SÁNCHEZ, 2011). El uso de plásticos en la agricultura, se introdujo en los países desarrollados en la mitad del siglo pasado mientras

que los países en vías de desarrollo, adoptaron esta tecnología de forma profusa en los años noventa. De acuerdo a (ESPI & SALMERÓN, 2006), los materiales más empleados para invernaderos y túneles corresponden a polietileno de baja densidad y copolímeros de acetato de vinil etileno o acrilato butil etileno.

La tecnología emplea estos elementos plásticos de corta vida útil que cumplidos su función se convierten en basura contaminante si no son reciclados. La mayoría de estos productos son de baja biodegradabilidad (alta recalcitrancia), generando elevadas cantidades de residuos (MENESES, CORRALES, & VALENCIA, 2007). Permanecen a la vista causando además de la polución ambiental una marcada contaminación visual.

Las principales alternativas tecnológicas para mitigar la contaminación por desechos de plástico son; (a) El reciclado, sin embargo, pese a ser una tecnología con tiempo suficiente como para desarrollarse aun su alcance es limitado. Un estudio realizado en Chile refleja que el componente de material reciclado en ese país es inferior al 12% (ASIPLA, 2011), este mismo estudio indica que en EEUU, el reciclaje de Polietileno (PET), Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y el Polietileno de Baja Densidad (PEBD) es de 18, 4 y 9% respectivamente. El reciclaje mecánico (tradicional por calor) necesita grandes cantidades de residuos plásticos limpios, separados y homogéneos para poder garantizar la calidad del producto final.

(b) El reciclado químico es una tecnología experimental mediante la cual es posible obtener materias primas de la misma calidad que las vírgenes, entre otras; hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías para la obtención de gasolina para automóviles, petróleo sintético, metanol o amoníaco, plásticos, resina virgen. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004), sin embargo, el mismo documento reconoce que para que la industria sea competitiva requiere de economías de escala significativas y que el precio del petróleo sea alto.

(c) La incineración para recuperación de energía, Los residuos plásticos son en definitiva hidrocarburos y pueden ser aprovechados como una poderosa fuente de energía. La incineración limpia con recuperación energética representa ya la principal forma de valorización de los residuos plásticos en Europa, los Estados Unidos y Japón, aunque es poco utilizada en los países en vías de desarrollo. La investigación y la práctica en los últimos diez años apuntan a que, en estrictas condiciones de funcionamiento, los residuos plásticos, incluso cuando la mezcla es rica en PVC, pueden incinerarse en forma segura y eficaz, en incineradores modernos que cumplan con los requisitos mínimos de temperatura (1200 grados) y tiempo de retención del gas (2 segundos) que garanticen una combustión completa.

Los plásticos no pueden ser eternamente reciclados, tampoco todos pueden ser reciclados; los termoestables o termo rígidos son difíciles de reciclar, los elastómeros son también difíciles de reciclar debido a que se degradan a bajas temperaturas, solo los termoplásticos presentan buenas posibilidades de reciclado (Maldonado, 2012), aunque a nivel internacional se ha realizado un importante esfuerzo por clasificar los plásticos según su composición en 7 tipos (que deberían reflejarse en lugar visible en los productos de plástico) el número de usos que se da a los plásticos, también implica una gran cantidad de aditivos que se le agregan y que alteran sus propiedades físicas y químicas, que dificultan su clasificación con fines de reciclaje.

En las aplicaciones agrícolas por el volumen de plásticos utilizados los filmes para acolchados constituyen la segunda utilidad en importancia (luego de invernaderos), la superficie mundial bajo esta modalidad es de un poco más de 4.5 millones de hectáreas. Por países se destaca China con 2.0 millones de hectáreas, Japón con 0.15 millones de hectáreas y Francia y España con 0.10 hectáreas cada uno (BARNES, GALGANI, THOMSON, & BARLAZ, 2009). En Honduras al igual que en el resto de Centroamérica existe poca investigación sobre el uso del plástico en la agricultura, que posibilite el debate sobre alternativas viables al uso de polímeros no biodegradables.

5.1.a Tipos de polímeros utilizados en el acolchado

Existen dos tipos generales de acolchado; los inorgánicos y los orgánicos. Los acolchados inorgánicos de distintos materiales plásticos son los más utilizados y representan el mayor volumen de uso en la agricultura, dentro de estos el polietileno negro es el estándar de la industria, pero también se fabrica en otros colores con diferentes propiedades ópticas que afectan al modo en el que el acolchado plástico modifica el microclima alrededor del cultivo.

Por otro lado, los materiales más utilizados como acolchado orgánico son el serrín, la corteza de pino, los restos de madera de poda, la paja y la cascarilla de cereales y otros residuos vegetales como los restos troceados de la madera de poda en plantaciones frutales. El uso de unos u otros depende de su disponibilidad y costo. Además el uso del geotextil (sobre todo el polipropileno) como acolchado del suelo es una nueva tecnología en la que se buscan propiedades distintas a las del polietileno, los geotextiles son permeables al agua y al CO₂. Una ventaja importante de los geotextiles en comparación con el polietileno negro es su biodegradación natural, lo cual supone una gran ventaja medioambiental. (Zibri, Faci, & Aragués, 2011).

Los filmes plásticos para acolchado se fabrican a partir de polietilenos de baja densidad PEBD y polietilenos lineales de baja densidad (PELBD). La inclusión del PELBD, junto con el desarrollo y mejora de los equipos de extrusión permitió el uso de películas más

delgadas para las mismas aplicaciones, resultando para el agricultor una reducción de costos por hectárea. (Berardocco, 2010). Según (Zenner de Polanía & Peña Baracaldo, 2013) el polietileno de baja densidad lineal es el más utilizado para el acolchado.

5.2 Los beneficios del uso de acolchados

De acuerdo con (Berardocco, 2010) y (MEDEIROS, SILVA, & CÂMARA NETO, 2006), entre otros, el uso de acolchados en la agricultura tiene importantes beneficios para el proceso productivo, estos dependen del tipo, color, composición (combinación de distintos polímeros) que confieren distintas cualidades a las películas de polietileno utilizadas. Entre los Beneficios se puede mencionar;

- Frutas de mayor tamaño, limpieza y sanidad (CALIDAD)
- Mayores rendimientos
- Precocidad
- Control de malezas
- Ahorro de agua, conservación de agua
- Ahorro de fertilizantes
- Anticipo de la fecha de siembra
- Protección de la estructura del suelo, control de erosión.
- Control de insectos
- Mayor eficiencia en los métodos de desinfección químico de suelo
- Desinfección de suelo por solarización

Algunos tipos de acolchados de más reciente desarrollo, tienen cualidades tales como fertilización de los suelos, al agregarse al material de acolchado componentes para este fin y desinfección de suelos por lo que se denomina solarización. La solarización es la desinfección hidrotermal del suelo con energía solar que calienta el suelo húmedo hasta una profundidad de 40 cm y su acolchado con un plástico cristal (es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, natural o transparente, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo) no mayor de 30-40µ de espesor que transmite mejor la radiación, permite mejor calentamiento y es más económico.

Aparte de los beneficios del uso de poliuretano en la agricultura, los plásticos tienen otros beneficios globales, entre los cuales se pueden mencionar la reducción en el uso de combustibles en los vehículos debido a reducciones de peso por sustitución de metal por componentes plásticos, reducción de emisiones GEI por menor peso en la transportación de productos embotellados, reducción en los gastos de energía por uso de aislamientos térmicos, tecnología para conservar agua segura y empaques de alimentos y medicamentos de bajo costo que mejoran su preservación.

5.3 Las desventajas en el uso de acolchado de plástico

La bibliografía relacionada presenta una variedad de resultados negativos difíciles de generalizar debido a que estos dependen de un conjunto de factores que incluyen; la localidad, el suelo, el clima, el cultivo y el tipo de acolchado utilizado (Zribri, Faci, & Aragués, 2011), de acuerdo con (Zribri, Faci, & Aragués, 2011) estos se pueden resumir en;

- Costes elevados de adquisición, instalación y cuando no son biodegradables, de eliminación de los acolchados plástico y geotextil.
- Problemas medioambientales derivados de los restos plásticos no bio-degradables
- El acolchado plástico impide la entrada de agua de lluvia en la zona de raíces, limitando el lavado de sales
- El acolchado plástico puede inducir cambios térmicos del suelo negativos para las plantas.
- Posible proliferación de roedores y en el caso de acolchados plásticos, de plagas
- El acolchado orgánico puede incorporar semillas de malas hierbas al suelo
- Riesgo de incendios con los acolchados orgánicos (paja, cortezas, serrín, entre otros)
- Resultados variables y no extrapolables ya que dependen del tipo de cubierta, suelo, cultivo, clima y manejo agronómico

Debe indicarse que los desechos de plástico provenientes del acolchado en agricultura, difícilmente pueden ser reciclados por los altos niveles de contaminación, principalmente tierra. Los efectos aquí indicados se refieren a la agricultura, el acolchado visto desde la sociedad y por tratarse de plástico, presenta dos importantes efectos para el clima y el ambiente. En el proceso de producción de los plásticos se liberan a la atmosfera gases de efecto invernadero y aunque su aporte al total no es de los más significativos, menos 0.7% del total de GEI generado en los EEUU, los volúmenes son considerables; Bill Bryson, en su obra; ¿How bad are bananas?, indica que por cada kilogramo de plástico que se fabrica, se libran 3,5 kilogramos de CO₂ a la atmósfera. Si es Polietileno reciclado, entonces se reduce a 1,7 kilogramos de CO₂. El nivel promedio de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile por 1 tonelada de producto terminado es de 2,72 toneladas de CO₂e, (ASIPLA, 2011). De los cuales el 72% de emisiones corresponde a la elaboración de la materia prima (resinas plásticas) y el 23% a consumo de electricidad aunque esta depende en realidad de la matriz energética. Esta misma fuente indica que las emisiones de los residuos de plásticos en los vertederos son cero.

Por otro lado, los efectos en el ambiente se relacionan con la contaminación por desechos de plásticos en lagos y océanos, en algunas ciudades (desafortunadamente) de países en desarrollo con problemas severos de recolección de desechos sólidos, la contaminación por desechos de plástico adquiere niveles alarmantes, por sus efectos en los sistemas de

drenajes, por constituirse en criaderos de vectores de diversas enfermedades, por contaminación visual y por los costos de recolección y disposición.

En la mayoría de los países centroamericanos no existen políticas públicas relacionadas con la producción, uso, reciclado y disposición de los desechos de plástico, lo que probablemente repercute en los ciclos de los plásticos, de forma que por razones de costo se utilizan procesos y materiales ineficientes y poco amigables con el ambiente, y se estimula su consumo, propiciado principalmente por las empresas embotelladoras y el sistema comercial, y una cultura consumista del público basada principalmente en la falta de información.

6. El consumo de plástico en la producción melonera con acolchado en Honduras

De acuerdo con (Morales, 2002) y (Miquel & Torrez, 2003) la producción de Melón en los departamentos de Choluteca y Valle se sitúa entre un 80 y 85% de la producción de todo el país, por lo que para fines del presente reporte se asumirá que el área de estos se corresponde con el 80% del área del país, en general en lo que sigue se mantendrá una posición conservadora cuando los datos presentados contengan valores mínimos y máximos.

Tabla 3: Consumo de plástico en los departamentos Choluteca y Valle

Consumo de plástico en los Departamentos hondureños de Choluteca y Valle¹			
Año	Área Ha	Uso de plástico para acolchado (0.1 Ton/ha)²	Uso de plástico para acolchado (0.14 Ton/ha)²
2008	5,802.4	580.24	812.34
2009	6,148.0	614.80	860.72
2010	6,132.0	613.20	858.48
2011	8,778.4	877.84	1,228.98
2012	7,640.0	764.00	1,069.60
2013	8,792.0	879.20	1,230.88
Totales		4,329.28	6,060.99

/1: Fuente: Cadenas Morales, Byron. Análisis de riesgo climatológico para la producción de Melón en el Departamento de Choluteca, Honduras. Zamorano, 2002, y Torrez, José María & Miquel, María José, Geografía del Comercio de Melón, Horticultura Internacional, 2003.
/2: Fuente: En dependencia de las dimensiones del polietileno utilizado el consumo se ubica entre 100 y 140 Kg/ha. Contreras López, Fulgencio Et. Al, Estudio económico sobre alternativas al acolchado tradicional de polietileno, S/f,.

Por otro lado, dado que no fue posible obtener información del consumo de polietileno, en la zona de estudio, se utilizará, la correspondiente a otras experiencias, en este sentido según (Contreras, Gascia, Gonzales, González-Benavente, López Marín, & Varo, S/f), el consumo promedio de polietileno en la producción de Melón con acolchado, es de entre 100 y 140 Kg/ha en función de la anchura de la lámina y su espesor, por lo que el informe considerará la opción mínima,. En la tabla 2 se observa que la simulación del consumo para el período 2008 – 2013 en la opción baja es de 4,329.2 toneladas en los seis años observados y en la opción alta de 6,060

toneladas, que constituye un importante aporte al problema de los desechos de plástico en el país. En este sentido, la producción melonera de Honduras aporta un promedio anual de 721.5 toneladas de desechos de plástico al problema de los desechos.

Tabla 3: Emisiones CO₂e en la producción del plástico utilizado en producción melonera de Choluteca y Valle

Emisiones de CO ₂ e originadas en la demanda de polietileno de la producción melonera de los departamentos hondureños de Choluteca y Valle			
Año	Consumo anual de plástico acolchado de Melón (opción baja)	Emisiones CO ₂ e (opción de emisiones baja, 2.72 ton por ton de plástico elaborado) ¹	Emisiones CO ₂ e (opción de emisiones alta, 3.75 ton por ton de plástico elaborado) ²
2008	580.2	1,578.3	2,175.9
2009	614.8	1,672.3	2,305.5
2010	613.2	1,667.9	2,299.5
2011	877.8	2,387.7	3,291.9
2012	764.0	2,078.1	2,865.0
2013	879.2	2,391.4	3,297.0
Totales		11,775.6	16,234.8

/1: Bill Bryson, ¿How bad are bananas?
/2: ASIPLA, Industria del Plástico Chilena frente al cambio climático; Medición de la Huella de Carbono de la Industria del Plástico en Chile, 2011.

Debe tenerse en cuenta que este consumo, se calcula a partir del área cosechada, lo que no necesariamente refleja el consumo efectivo por dos razones; el área cosechada puede ser inferior al área efectivamente sembrada y porque se debe suponer algún nivel de desperdicio por diversos motivos (problemas en la aplicación del film, sobrantes, fallas en la calidad del producto u originadas en el manejo, transportación y almacenaje), los que si bien no deben ser considerables, aportan al problema.

Asumiendo que este consumo es similar a demanda efectiva, la misma habría

generado estímulos para que en el proceso de producción del plástico, se liberen en el mismo período unas 11,775.6 toneladas de CO₂e (se refiere a la emisión del conjunto de gases de efecto invernadero liberados en el proceso de producción de plásticos, calculados de forma equivalente al aporte que realiza el CO₂ al calentamiento global), que equivale a un promedio anual de 1,962.6 toneladas de CO₂e en la opción baja y en la alta de 16,234.8 toneladas CO₂e en el período y un promedio anual de 2,705.8 toneladas de CO₂e (ver tabla 3).

Tabla 4: Emisiones GEI por transporte de los filmes de plásticos de los puertos a las zonas de producción

Emisiones de GEI en el transporte de los filmes de plástico desde los puertos a las zonas de producción			
Año	Consumo anual de plástico acolchado de Melón (opción baja)	Emisiones GEI por transporte de los filmes de plástico, Acuajutla ¹ Ton CO ₂ e/ton de producto	Emisiones GEI por transporte de los filmes de plástico, Cortez ¹ Ton CO ₂ e/ton de producto
2008	580.2	28.7	33.3
2009	614.8	30.4	35.3
2010	613.2	30.4	35.2
2011	877.8	43.5	50.4
2012	764.0	37.8	43.9
2013	879.2	43.5	50.5
Totales	4,329.3	214.3	248.6

Fuente: Elaboración propia en base a datos de;
/1 Según el Grupo Agrolibano, 2013, las distancia en el caso de Acuajutla es de 375 km y en el caso de Cortez 435 km.
El consumo por modo de transporte tiene como fuente ASIPLA, 2011, el modo de transporte utilizado en el calculo es el de camión articulado.

Tabla 5: Total emisiones GEI por uso de plástico

Total de emisiones GEI en la producción de plástico y transporte nacional de su importación		
Año	Opción de emisiones baja¹	Opción de emisiones alta²
2008	1,606.97	2,209.22
2009	1,702.69	2,340.80
2010	1,698.26	2,334.71
2011	2,431.18	3,342.31
2012	2,115.90	2,908.87
2013	2,434.94	3,347.48
Totales	11,989.94	16,483.39

/1: Incluye emisiones de 2.72 Ton de CO₂e en la producción de plástico y entrada de las importaciones por el puerto de Cuajutla.

/2: Incluye emisiones de 3.75 ton de CO₂e en la producción de plástico y entrada de las importaciones por Puerto Cortez

Así mismo, la importación de los filmes de plástico implica que estos deban transportarse desde los puertos a las zonas de producción, proceso en el que se efectúan otros aportes de emisión de GEI. De acuerdo con (Grupo Agrolibano, 2013) las distancias a los puertos con los que se vinculan los meloneros son 375 km a Acajutla en el Pacífico y 435 km a Cortez en el Atlántico. En la tabla 4 se pueden observar los valores de emisión por gases de efecto invernadero en Kg de CO₂e por tonelada – km de carga, para los distintos modos de transporte.

Con estos datos se estima (ver tabla 4) que por la fase de transporte entre los puertos y las zonas de producción de Melón las emisiones de CO₂e son de 214.3 toneladas si la importación ingresa por el puerto de Acajutla y de 248.6 toneladas si ingresa por puerto Cortez. En el período 2008 – 2013 el promedio anual de las emisiones de CO₂e si las importaciones ingresan por el puerto de Acajutla es de 37.5 ton anuales y de 41.4 para las que

ingresan por puertos Cortez (las emisiones GEI por modo de transporte en anexo 3).

En suma las emisiones de CO₂e por producción del plástico y el transporte interno del mismo para el período indicado, es de 11,985 toneladas de CO₂e en la opción baja y de 16,483 toneladas de CO₂e en la opción alta. El promedio anual para la primera opción es de 1,998 toneladas y 2,747.23 para la segunda (ver tabla 5).

7. Conclusiones

La producción de Melón en Honduras tiene un importante impacto en económico y social, que se refleja en las exportaciones del producto, empleo agrícola y agroindustrial, la dinamización de la actividad económica local, el aumento de las inversiones y la introducción de tecnologías modernas en la agricultura.

El uso del acolchado de plástico en la producción de Melón tiene notables ventajas en la productividad, calidad y disminución de los requerimientos de pesticidas para el control de plagas, enfermedades y el consumo de agua, lo cual es altamente beneficioso para el ambiente y la sociedad hondureña, permitiendo al país participar en un mercado de alta exigencia en calidad y fuerte competencia entre los países productores, en períodos del año distintos a los determinados por la estacionalidad que determinan las lluvias en nuestras latitudes.

No obstante, el cultivo es vulnerable a excesos de lluvias por lo que la siembra del primer ciclo que inicia en septiembre es amenazado por el período de mayores lluvias del año (septiembre y octubre), así mismo, requiere de una distribución adecuada de la humedad relativa y de la radiación solar, por lo que ENSO episodios fríos podrían constituir amenazas para el cultivo. Por otro lado, las temperaturas extremas, en especial las máximas, lo afectan directamente y a través de la reducción de la humedad relativa, por lo que episodios ENSO cálidos constituyen, así mismo, amenazas que deben ser consideradas en el procesos de cultivo del Melón. Al respecto, no existen estudios, al menos públicos, que ofrezcan indicios sobre las posibilidades de adaptación del cultivo a los efectos del cambio climático, por lo que resulta relevante considerar la necesidad de mejorar los pronósticos sobre los efectos del cambio climático en las zonas productoras de Melón y ubicar las estrategias que posibiliten su adaptación.

Por otro lado, el uso de plástico tiene al menos dos implicaciones relevantes para el medio ambiente y el cambio climático; la contaminación por desechos de plástico y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero asociados al proceso de producción de los plásticos y su transportación. La contaminación por desechos de plástico es un problema global determinado por los elevados niveles de consumo y la alta recalcitrancia del material. El consumo de plástico es empujado por su bajo costo y la elevada diversificación de los productos que pueden ser elaborados con este.

A la fecha existen pocas alternativas generales para el tratamiento de los desechos de plástico, el reciclado tradicional tiene importantes limitaciones y el químico aún está en desarrollo, fuera del alcance de los países centroamericanos, la incineración para recuperar energía no es una tecnología existente en la región, por lo que la opción en el corto plazo continúa alrededor de buscar cambios en los patrones de consumo de la población. En la región aún no se desarrollan políticas públicas que regulen la producción y el consumo de plásticos, por lo que los agentes económicos no perciben estímulos positivos o negativos relacionados con la contaminación ambiental con este material, más allá de los compromisos éticos, son las regulaciones en los países de destino de las exportaciones lo que está determinando comportamientos en uno u otro sentido.

Los desechos de plástico provenientes de las actividades agrícolas difícilmente pueden ser reciclados debido a los altos niveles de contaminación especialmente por tierra, por lo que las opciones son la incineración para recurrar energía que requiere de hornos que garanticen la combustión total de los gases tóxicos o su disposición en un relleno sanitario, preferiblemente en el que se aprovechen los desechos, pero ello no siempre es posible debido a que las localidades que tienen acceso a esta tecnología son pocas en la región. Una opción no explorada es la posibilidad de que los desechos de plásticos pudieran ser

aprovechados en la generación de energía eléctrica en los hornos de los ingenios que utilizan el bagazo de la Caña de Azúcar para la producción de electricidad.

En las actuales condiciones el uso de acolchados biodegradables es la opción óptima desde el punto de vista de la protección del ambiente, no obstante, su utilización depende de los resultados que su utilización pudiera arrojar en campo en las localidades donde se produce el Melón, del balance de costos e ingresos del cultivo y en ausencia de políticas públicas que desestimen el uso de plásticos no biodegradables, la relación entre los precios de ambos productos.

Mientras, los niveles de desechos de plástico derivados de la producción de Melón con acolchado, continúan constituyendo una importante amenaza para los ecosistemas del Golfo de Fonseca, que de no ser atendidos podría tener efectos altamente nocivos para la flora y fauna del mismo, y de los humedales que se le asocian. Ante la imposibilidad de eliminar su uso por sus efectos en la economía, el empleo y la pobreza, se requiere de acciones incluso regionales, orientadas a desarrollar opciones novedosas que estimulen el uso de productos biodegradables (incluido otros productos distintos a los usos agropecuarios), desde una perspectiva positiva, evitando en lo posible el uso de instrumentos que afecten la rentabilidad de los negocios.

8. Bibliografía

- ACRR, APME, ECVM, EUPR, EUPC. (2004). *Guía de Buenas Prácticas para el Reciclaje de los Residuos Plásticos. Una guía por y para las autoridades locales y regionales*.
- ASIPLA. (2011). *Industria del Plástico Chilena frente al cambio climático; Medición de la Huella de Carbono de la Industria del Plástico en Chile*. Santiago, Chile.
- Asociación Macroregional de Productores para la Exportación. (2006). *Perfil del Mercado de Melón Fresco*. Choluteca.
- Azqueta, D. (2002). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill.
- BARNES, D., GALGANI, F., THOMSON, R., & BARLAZ, M. (2009). La acumulación y la fragmentación de los desechos plásticos en entornos globales. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 364.
- Berardocco, H. (2010). *ACOLCHADO PLASTICO*. Buenos Aires: Departamento Técnico Inplex Venados SA.
- Carpintero, O. (2003). Los costes ambientales del sector servicios y la nueva economía: Entre la desmaterialización y el “efecto rebote”. *Economía Industrial*, 352, 59 - 76.
- Chavarria S., L. (2010). *Melón; Ficha N° 30 / UE*. Tegucigalpa: GTZ.
- Consejo Económico y Social. (2005). *Diagnóstico Producción y Empleo de Rubros de Exportación No Tradicionales*. Tegucigalpa.
- Contreras, F., Gascia, J., Gonzales, A., González-Benavente, A., López Marín, J., & Varo, P. (S/f). *Estudio económico sobre alternativas al acolchado tradicional de polietileno*. Murcia, España: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.
- Dayle, H. (2007). *Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible*. Reino Unido: Edward Elgar Publishing Limited.
- ESPI, E., & SALMERÓN, A. (2006). *Películas de plástico para aplicaciones agrícolas*.
- Grupo Agrolibano. (2013). *Aportes socioeconómicos de la industria melonera para Honduras*. Honduras.
- Instituto de Investigación Agropecuaria. (2003). *Avances en la Sustitución de Bromuro de Metilo para la Desinfección del Suelos en la Agricultura Chilena*. Chile: Banco Mundial.
- International Labor Rights Forum y COSIBAH. (2012). *Las Mujeres en la Industria Melonera de Honduras*. Tegucigalpa: Vail Miller.
- MACÍAS, H., MUÑOZ, J., VELÁSQUEZ, M., & SÁNCHEZ, I. (2011). *Tecnología de producción de plántula y cosecha de chile con plasticultura. Caso de estudio: Región Lagunera*. México: UNAM.
- Maldonado, A. T. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá*. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales-IDEA, Universidad Nacional de Colombia.

- MEDEIROS, J. d., SILVA, M. d., & CÂMARA NETO, F. (2006). *Crecimiento y rendimiento del melón cultivadas bajo cubierta de plastico y diferentes frecuencias de riego*. Brasil: Agricultura y Ambiente.
- MENESES, J., CORRALES, C., & VALENCIA, M. (207). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *EIA. Escuela de Ingeniería de Antioquia* N° 8, 57 - 67.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Sector Plásticos; Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo*. Bogota, Colombia.
- Miquel, M. J., & Torrez, J. M. (2003). Geografía del Comercio de Melón, Horticultura Internacional. *Horticultura Internacional*, 16 - 25.
- Monge-Pérez, J. E. (2014). Producción y exportación de melón (Cucumis melo) en Costa Rica;. *Tecnología en Marcha*, volumen 27, N° 1, 93 - 103.
- Morales, B. C. (2002). *Análisis de riesgo climatológico para la producción de melón en el Departamento de Choluteca, Honduras*. Honduras: Zamorani.
- PROMOSTA, S. . (2005). *Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales; Cultivo de Melón*. Tegucigalpa: BID.
- Secretaria de Industria y Comercio. (2005). *MEDIDAS AMBIENTALES Y ACCESO A MERCADO DEL MELON HONDUREÑO*. Tegucigalpa: Gobierno de la Republica de Honduras.
- Torres, J., & Miquel , M. (2003). Geografía del Comercio de Melón. *Mercados y Comercio*, 16 - 25.
- Zenner de Polanía, I., & Peña Baracaldo, F. (2013). PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA: BENEFICIO Y COSTO AMBIENTAL: UNA REVISIÓN. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol.16, 139-150.
- Zribri, W., Faci, J. M., & Aragués, R. (2011). Efectos del Acolchado Sobre la Humedad, Temperatura, Estructura y Salinidad de los Suelos. *Información Técnica Económica Agraria*, 107(2), 148 - 162.

9. Anexos

Anexo 1: Matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente y el clima en el cultivo de melón en Honduras

Actividad	Efecto	Mitigación	Observaciones
Cultivo de melón	Cambio en el uso de los suelos, destrucción de hábitat y ecosistemas completos		Por la extensión del área sembrada de este rubro el impacto en los ecosistemas por cambio en el uso de los suelos es significativo
Preparación de suelo	Degradación de suelos, sedimentación y contaminación de fuentes superficiales de agua	Utilizar sistema de labranza mínima	Requiere de suelos franco y franco arenosos, con una profundidad efectiva de 60 c.m., por el nivel de remoción que requieren los suelos se hacen susceptibles a erosión eólica e hídricas
Siembra en túneles	Desechos de plásticos	Utilizar producto degradable	En ambos casos el manejo de los desechos de plástico constituye uno de los problemas ambientales críticos del cultivo.
Siembra con poliuretano para control de maleza	Desechos de plásticos	Utilizar producto (bio) degradable	
Riego	Desechos de tubo de riego	Utilizar producto degradable	Requiere que los empleadores faciliten los equipos, pero de igual manera que ellos los utilicen
Aplicación de pesticidas	Amenazas a salud humana, contaminación de fuentes de agua, intoxicación de fauna local, ruptura de cadenas alimenticias	Aplicar solo cuando es necesario y en las dosis recomendadas. Utilización de equipos de protección para aplicaciones	
	La deposición de los envases de los agroquímicos se constituye en un problema ambiental	Excepto los envases de pesticidas el resto se entregan a empresas recicladoras de los mismos	El Bromuro de Metilo se encuentra incluido en el producto Montreal, acuerdo internacional para la limitación en el uso, fabricación y venta de compuestos halogenados y bromados, con 149 países firmantes, plante el cuestionamiento del uso del Bromuro de Metilo.
	El uso de Bromuro de Metilo para el tratamiento de los suelos, tiene efectos sobre la salud humana y sobre la capa de ozono	Uso de injertos resistentes a las plagas, acá el problema es de costos del uso de tecnologías libres de BM.	

Fuentes:

Evaluación de Impacto Ambiental de los Acuerdos Comerciales: Los Retos para los Países de la Región, Randall Arce, CINPE-UNA, 2005.

Bromuro de Metilo, Grupo Industrial Advantage Tecnología, http://www.nom-144.com.mx/bromuro_de_metilo.html, 2004.

Avances en la situación de Bromuro de Metilo para Desinfección de Suelos en la Agricultura Chilena; Resultados del Proyecto Demostrativo de Alternativas en los cultivos de Tomate y Pimiento. Jorge Carrasco Jiménez, INIA-Reyentue y Banco Mundial, 2003.

Injerto en el Cultivo de Melón y Sandía como alternativa al uso de Bromuro de Metilo, María Victoria Huitrón Ramírez & Francisco Camacho Ferre, Sermanat – UNODI, 2009.

Guía del cultivo de Melón. http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/416guia_tecnica_cultivo_melom.pdf, consultado el 03/11/2014.

Anexo 2

Plaguidas utilizadas en el cultivo de Melón con acolchado plástico			
Producto ¹	Grupo químico ²	Ingrediente activo ²	Toxicidad ²
Volaton 5% G ó	Organofosforado	Foxim	Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS); nd (EPA).
Diazigran 5% (Basudin) ó	Organofosforado	Diazinon	II. Moderadamente peligroso (OMS); II. Moderadamente tóxico (EPA)
Lorsband 5 %	Organofosforado	Clorpirifos	II. Moderadamente peligroso (OMS); II. Moderadamente tóxico (EPA)
Birlane 2.5 (g)	Organofosforado	Clorfenvinfos	IB. Altamente peligroso (OMS) I. Altamente tóxico (EPA)
Parathion m. (p)	Organofosforado	Paration	IA. Extremadamente peligroso (OMS); I. Altamente tóxico (EPA). carcinogenicidad: 3, Parkinson: positivo Es uno de los organofosforados que más mortalidad ha causado en la fauna silvestre. Puede causar efectos crónicos en la reproducción de las aves. Está Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos
Pirazofos 260 e ce	Organofosforado	Pirazofos	II. Moderadamente peligroso (OMS); nd (EPA)
Ometoato 1000 ce	Organofosforado	Ometoato	IB. Altamente peligroso (OMS); I. Altamente tóxico (EPA). Sistémico
Oxamil ce	carbamato	Oxamil	IB. Altamente peligroso (OMS); nd (EPA)
Metamidofos	Organofosforado	Metamidofos.	IB. Altamente peligroso (OMS); nd (EPA)
Endosulfan 35% ce	Organoclorado	Endosulfan	II. Moderadamente peligroso (OMS); I. Altamente tóxico (EPA).
Acetate orthene 90 ph ³	Organofosforado	Acefato	III. Ligeramente peligroso (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA)
Carbarilo 80 ph	Carbamato	Carbaril	II. Moderadamente peligroso (OMS); II. Moderadamente tóxico (EPA)carcinogenicidad: 3. No clasificable (IARC); probable cancrinógeno humano (EPA)
Metomilo 90 ph	Carbamato	Metomil	IB. Altamente peligroso (OMS); I. Altamente tóxico (EPA). Aumento de espermatozoides anormales; aberraciones cromosómicas, aductos de ADN; Parkinson: nd; otros efectos crónicos: alteraciones histopatológicas del bazo, hígado y médula ósea en animales de experimentación, anemia aplásica, puede ser nefrotóxico.
Parathion metilico 720 ce	Organofosforado	Metil-paration	IA. Extremadamente peligroso (OMS); nd (EPA) Aberraciones cromosómicas, positiva (aductos de ADN)
Triclorfon 80 ce	Organofosforado	Triclorfon	II. Moderadamente peligroso (OMS); II. Moderadamente tóxico (EPA) Abortos y anomalías fetales en animales de eperimentación; malestar general, debilidad, anorexia, edema cerebral y pulmonar, neuropatías, renales y hepáticas han sido descritas. En trabajadores expuesto se han reportado trastornos en la memoria y concentración, desorientación, depresiones severas, irritabilidad, confusión, cefalea, retardo en el tiempo de reacción, pesadillas, sonambulismo, somnolencia e insomnio. En estudios con animales contribuye a la producción de tumores en los riñones, los pulmones y en la mama.

OMS: Organización Mundial de la Salud

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los EEUU

/1: Guía Técnica del Cultivo de Melón, Brizuela G., 2003. Cultivo de Melón, Secretaría de Desarrollo Rural, Campo Clima, S/F, México.

/2: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) iret@una.ac.cr, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica 25/05/2015.

/3: Fuente: Orthene (Acefato) FARMEX, http://www.farmex.com.pe/docs/hojas_tecnicas/Orthene_75_PS.swf, 25/05/2005.

Anexo 3

Emisiones GEI originadas en el transporte de mercancías	
Medio	Kg CO ₂ e/ton Km
Camión articulado	0.132
Camión rígido	0.276
Marítimo	0.013
Ferrovial (diesel)	0.021
Aéreo nacional	2069
Aéreo corta dist	1434
Aéreo larga dist	0.66
Fuente: ASIPLA 2011	

4.4- Externalidades socio ambientales del cultivo de Maní en Nicaragua

Lic. Welbin Romero Jirón

1. Antecedentes

El Maní se produce principalmente en países de Asia y en los Estados Unidos de Norteamérica, en conjunto estos producen aproximadamente el 75% de la producción mundial. En el continente asiático los principales países productores son China e India. La producción de Maní de los Estados Unidos representa el 6.3% de la producción mundial. La oferta mundial de Maní es inestable por ser un cultivo exigente en términos de clima, por su corta duración en almacenamiento y por las regulaciones que los principales países importadores han establecido en los niveles permisibles de aflatoxina¹² presentes en la semillas de Maní.

Los principales países exportadores son China, Estados Unidos y Argentina. Por otro lado, Europa es el mayor importador de Maní, esta región ofrece precios por encima de los precios promedios internacionales, por lo que este mercado resulta atractivo para los países exportadores de Maní que ofrecen Maní de calidad y sin presencia de aflatoxina. En Nicaragua se han incrementado las áreas sembradas de Maní en zonas aledañas al Golfo de Fonseca, este se ha producido a expensas de áreas que eran sembradas con sorgo, Ajonjolí y en menor medida Maíz por pequeñas unidades de producción. Debido a que estos no cuentan con los recursos (principalmente financieros, de tecnología y capacidades de comercialización), el proceso se ha desarrollado por medio del alquiler de tierras en unas zonas y la compra en otras.

En este proceso los productores¹³ con pocas alternativas de siembra encuentran en el alquiler de tierras una opción de ingresos segura en el corto plazo, no obstante, lamentan los efectos que han observado en las tierras, por la eliminación de los árboles, la erosión eólica, pero principalmente la hídrica, dado que el cultivo es altamente mecanizado y no se realizan obras de conservación de suelos en las áreas alquiladas.

¹² Las Aflotoxinas son sustancias tóxicas que provienen de la fisiología de los hongos *Aspergillus flavus*. y *Aspergillus parasiticus*. Estos hongos son contaminantes naturales que están siempre presentes en los suelos, especialmente en el trópico, se desarrollan y producen toxinas cuando las condiciones ambientales les son favorables, como son las altas temperaturas y elevada humedad relativa (Casini & Bragachini, 2014). La Unión Europea ha establecido niveles de 2 ppb (Afla B1) y 4 ppb (total de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2) para productos destinados para el consumo humano directo. USA y los países del área Asia-Pacífico regulan la aflatoxina en el rango de 0 a 20 ppb.

¹³ Las expresiones de género femenino o masculino empleadas en este documento son igualmente válidas (mutatis mutandis) en forma inversa.

El presente estudio está dirigido a evaluar las externalidades del cultivo de Maní en la población aledañas a las plantaciones, desde el punto de vista de los pobladores, la valoración de dichas externalidades no fue posible por limitaciones de tiempo y recursos. Este informe se dividió en cinco partes en la primera se ofrecen generalidades del cultivo y del trabajo que se presenta a manera de introducción, en el segundo se da un vistazo rápido de la importancia del cultivo en la agricultura nicaragüense, en la tercera se explica la metodología utilizada, en la cuarta se resumen los principales resultados y en la quinta se proponen algunas conclusiones.

2. Producción de Maní en Nicaragua

De acuerdo con la FAO, Nicaragua es el cuarto productor de Maní de América, solo superado por Argentina, Brasil y EEUU, que es el principal productor (ver anexo 1), en área cosechada es el quinto y en rendimiento es el segundo, lo que da a Nicaragua una ventaja competitiva importante en el continente, en el sentido de que rendimientos por encima del promedio, suponen así mismo, ganancias por encima de la media si los mercados funcionan en competencia. Adicionalmente uno de los aspectos de especial importancia del Maní nicaragüense es su bajo contenido en aflatoxina, que es la principal barrera no comercial que imponen los países importadores, como la Unión Europea y los EEUU, (RAMAC, 2013).

Datos de la FAO ubican el área cosechada de Maní en Nicaragua en unos 45.4 miles de ha en 2013. En el período 2009 – 2013 se aprecia un crecimiento sostenido a una tasa promedio anual de 7.1%. La producción por su parte presenta la misma tendencia hasta el año 2012, en el 2013 se produjo una caída de la producción de 5.2% respecto al año anterior, explicada por una reducción de 29% en los rendimientos. Este comportamiento se asocia a la irregularidad de las lluvias en ese año (López, 2014), pero también con el hecho de que la expansión del cultivo implica la incorporación de áreas menos aptas.

Tabla 1: Área y producción de Maní

Nicaragua				
Área cosecha y producción de Maní				
Año	Nicaragua Hectáreas Cosechada	Nicaragua Toneladas Producidas	Hectáreas Cosechada Mundial	Toneladas Producidas Mundial
2009	32,290	167,371	23,970,671	37,149,693
2010	32,562	180,250	25,477,523	42,728,784
2011	34,000	184,285	24,740,451	40,573,654
2012	35,000	200,000	24,590,726	40,475,312
2013	45,421	189,507	25,445,613	45,225,332

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, 14 de noviembre 2014

Los productores de Maní se encuentran localizada en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas (ver caracterización en anexo 2). En los departamentos del noroccidente del país (León y Chinandega), se ubican mayoritariamente en la denominada Zona Agroindustrial Vinculada a la Gran Producción, esta zona presenta las mejores condiciones de suelos, clima, topografía e

hidrología del país para la producción de oleaginosas, que en conjunto con los altos niveles de tecnificación que se utilizan, favorecen la obtención de rendimientos óptimos del Maní. En el departamento de Chinandega en períodos normales se obtienen rendimientos entre 40-50 qq/mz, y entre 30 y 38 qq/mz en León, en el resto del país los rendimientos oscilan entre los 10 – 20 qq/mz. (IICA - MAGFOR, 2004).

Además de la semilla de Maní se comercializa aceite, cascarilla y el rastrojo o residuos de cosecha, los dos últimos utilizados para la alimentación de ganado, (FONDILAC, 2011). De acuerdo con el Nuevo Diario del 11 de octubre del 2013 (El Nuevo Diario, 2013) y (Las Vos del Sandinismo, 2013), Nicaragua es el tercer exportador de aceite de Maní, aunque a nivel mundial no se trata de un mercado de grandes dimensiones, para pequeñas economías como la nicaragüense constituye una valiosa oportunidad, este es producido en el país por la empresa aceite El Real. Los principales destinos del aceite nicaragüense son Holanda y Francia. Existen en el país tres comercializadores de Maní; Comasa, Cucra Industrial y El Fénix. (MULTICONSLT / INDES, 2013).

Las exportaciones de Maní ascendieron a USD\$ 115.1 millones de dólares en 2014, pasando de representar en 1994 un 7% de las exportaciones agrícolas a 15% en 2015, creciendo a una tasa promedio anual de 12.4%, probablemente una de las tasas más alta de la actividad agrícola del país (ver anexo 3).

La macro región en la que mayoritariamente se siembra el cultivo en el país; las planicies de Chinandega y León, se ubican entre las áreas que podrían presentar alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. De acuerdo con INITER los municipios de Chinandega, Posoltega, El Realejo y Chichigalpa tuvieron en 2014 con la entrada tardía del invierno riesgos de sequía muy severa y Villanueva, Cinco Pinos, San Pedro del Norte, El Viejo, Puerto Morazán, sequia severa. Citado por FUNIDES (FUNIDES, 2014).

2.a El Maní, requerimientos de suelos, temperatura y precipitación

La siembra de secano se realiza tradicionalmente entre junio y agosto y la de riego en el mes de diciembre, el 98.8% del Maní nicaragüense es de secano (IICA, 2007). El ciclo del cultivo es de aproximadamente 120 días, por lo que la cosecha se realiza en diciembre. La floración comienza en los maníes tipo "runner", los más utilizados en el país, a los 35-40 días después de la siembra, fertilizados los ovarios las células ubicadas inmediatamente debajo de estos comienzan a alargarse y forman el ginoforo, comúnmente llamado "clavo". Este es atraído hacia la tierra y en 5-7 días penetra en el suelo hasta una profundidad de 3 a 5 centímetros a menos que se lo impida un suelo muy seco y duro, aunque el desarrollo de las vainas alcanza el máximo tamaño en aproximadamente 20 días, la madurez de la semilla requiere aproximadamente 60 días después que el clavo penetra en el suelo. La cosecha constituye otro de los momentos críticos del cultivo (MIFIC, 2008).

Existe poca información sobre el cultivo en países con condiciones cercanas a la nicaragüense, así mismo, en el país hay poco estudios sobre la agro climatología del Maní, al menos a los que se pueda acceder fácilmente¹⁴. Existe coincidencia en la literatura que los tipos de suelos en los que se puede sembrar Maní con excelentes resultados son los suelos sueltos, preferiblemente franco o franco arenoso, aunque en casos también se recomiendan también suelos limosos, el ph óptimo del suelo oscila entre 6 y 7.

La duración de la fase de prefloración o crecimiento vegetativo, está determinada por el factor genético y por la temperatura del aire. El óptimo según Guillier (1970), se sitúa entre 30 y 33° C, por debajo de 18° C, la fase se puede alargar hasta en 65 días, produciéndose un florecimiento muy débil. El mismo autor menciona que grandes diferencias de temperaturas entre el día y la noche son perjudiciales para el crecimiento y la precocidad de floración. La literatura cita un rango óptimo de precipitaciones de entre 400 y 800 mm para todo el ciclo de cultivo, se requiere de una buena distribución de la misma con un período seco al final del ciclo, para favorecer la maduración y la recolección de las vainas. (Gispert 1983), citado por (Bailón Júpiter & Brito Álvarez, 2011).

Otros autores proponen amplitudes térmicas óptimas bastante distintas; ***“La temperatura umbral mínima (base) y la umbral máxima para el desarrollo del cacahuete son de 13 y 35°C, respectivamente (Ketring y Wheless, 1989). Temperaturas por arriba de 35°C son inhibitorias para el crecimiento del cacahuete (Ketring, 1984).”*** Citados por (García, 2002). Así mismo, sitúan las necesidades de agua en el rango de los 500 a 700 mm, aunque reconocen que en las áreas de cultivo llueven de 500 hasta 1500 mm anuales.

El cacahuete es relativamente tolerante a la sequía, no respondiendo con un mayor rendimiento al aumento de la disponibilidad de agua por encima del 50% de la capacidad del campo. Los períodos más críticos por requerimiento de agua son la pre-floración y la floración. En la maduración y cosecha requiere de un tiempo seco. Si en la época de cosecha llueve puede presentar problemas por la producción de aflatoxina, (Benacchio, 1982).

2.b Efectos socio ambientales que se vinculan al Maní

El crecimiento de las áreas sembradas de Maní supone un aumento del empleo en las zonas en la que este se está produciendo y un mayor dinamismo de las economías locales. Además, por ser un cultivo mayoritariamente orientado a las exportaciones, contribuye a la mejora del balance comercial del país.

¹⁴ La información disponible en la Web corresponde a México, España y Argentina, probablemente esto se relaciona con el hecho de que en Centroamérica Nicaragua es por bastante margen el principal productor.

El Maní se maneja como un monocultivo en el que se utilizan tecnologías intensivas en el uso de maquinaria y agroquímicos, por lo que su contribución al incremento o mantenimiento de la biodiversidad es muy reducida. Entre las especies más afectadas están los microorganismos benéficos del suelo. El uso excesivo de fungicidas para el control de patógenos y prevención de aflatoxinas en la cosecha, afecta negativamente la flora microbiana del suelo (Vargas, 2008) y puede afectar a poblaciones aledañas a las plantaciones. Así mismo, la aplicación mecanizada de agroquímicos en conjunto con incrementos en la velocidad del viento, provocan afectaciones en las poblaciones vecinas, que hasta ahora mayoritariamente se reportan como malos olores y en casos puntuales como afectaciones en la piel.

Otro de los efectos relevantes que se asocian al cultivo es que favorece la erosión eólica e hídrica de los suelos debido a que; (a) requiere de suelos francos, (b) al alto grado de mecanización y (c) la tecnología utilizada incluye que los suelos se dejen perfectamente mullidos hasta cierta profundidad. Afectando indirectamente a las poblaciones vecinas por el levantamiento de polvaredas, en especial en la roturación que se realiza en los primeros meses del año durante la estación seca, orientada al control mecánico de nematodos (MULTICONSULT / INDES, 2013) y en la cosecha que consiste en el arrancado y volteado de las plantas con medios mecánicos.

En Chinandega las áreas de Maní se está expandiendo al mismo tiempo que crecen las de Caña de Azúcar, que provoca competencia entre ambos cultivos por tierras y un desplazamiento de cultivos como el Maíz, el Frijol, Sorgo y Ajonjolí, que podría tener efectos sobre la seguridad alimentaria de esas zona, además, la expansión de ambos cultivos en las mismas zonas, está reduciendo las áreas de tacotales e incrementando la erosión de los suelos.

De acuerdo con (Juárez Medina, 2013), (MULTICONSULT / INDES, 2013), (Vargas, 2008), (FIGUEROA BAUTISTA, W. GERRITSEN, VILLALVAZO LÓPEZ, & CRUZ SANDOVAL, 2005), entre otros, existen otros efectos socio ambientales asociados al cultivo del Maní que se pueden resumir en;

- a. Afectaciones a la salud humana asociadas al uso de pesticidas, tolvánicas y el desarrollo de plagas de vectores que transmiten enfermedades a las personas, por manejo inadecuado de los rastrojos.
- b. Contaminación de fuentes de agua
- c. Contaminación atmosférica: El material pulverizado y el olor constituyen las principales causas de este tipo de contaminación.
- d. Problemas paisajísticos y riesgo: La eliminación de árboles requerida por los altos niveles de mecanización con que se cultiva el Maní, en especial en zonas de expansión trae consigo un impacto paisajístico negativo.

3. Marco de análisis y metodología

Una externalidad surge cuando ciertas acciones de productores o consumidores tienen efectos indirectos no intencionales sobre otros productores o consumidores. Las externalidades pueden ser positivas o negativas. Son positivas cuando la acción de un individuo o grupo beneficia a otros sin que estos paguen por ello, son negativas cuando la acción de un individuo o grupo perjudica a otros sin que estos sean compensados por ello. En resumen, para efectos del presente análisis, todos los costos del proceso productivo y de consumo que afectan a personas distintas al vendedor y al comprador, se denominan, en términos económicos, externalidades. Una forma de clasificar las externalidades negativas (que perjudican a terceros) es diferenciar entre externalidades ambientales y externalidades sociales.

- Se consideran externalidades ambientales por ejemplo: la contribución al cambio climático, la degradación de la capa de ozono, la liberación de tóxicos o pesticidas, la contribución a la reducción de la biodiversidad, la contaminación del agua, la acumulación de residuos, la contaminación acústica, la emisión de gases que contaminan el aire.
- Son externalidades sociales por ejemplo: la explotación laboral, el trabajo en condiciones precarias, el desplazamiento de poblaciones, el desplazamiento de cultivos que garantizan el alimento de los asentamientos humanos, la reducción de la diversidad cultural entre otros. (URS Holdings, Inc., 2007).

3.a Externalidades Ambientales

En la literatura tradicionalmente se han analizado dos clases de efectos negativos en el contexto de los recursos agotables. El primero guarda relación estrictamente con el hecho de que algunos recursos naturales son finitos. En esa situación, si una empresa productora o un planificador social no tiene en cuenta ese aspecto al decidir la cantidad que se extrae hoy, los niveles de consumo por encima del nivel social óptimo en el presente, entrañarán menos consumo para las generaciones futuras. El segundo efecto guarda relación con el problema del acceso libre a los recursos naturales, por el que la propiedad colectiva de un recurso puede dar lugar a su sobreexplotación y agotamiento.

La utilización de recursos agotables en actividades de producción y consumo conduce a una tercera clase de efecto negativo que se manifiesta a través de cambios en el medio ambiente. A este los economistas denominan externalidades ambientales, se refiere a aquellos efectos cuyo impacto se produce en una parte que no interviene directamente en dicha actividad. En este caso, los precios no reflejan todos los costos o beneficios de la producción o el consumo de un producto o servicio. (OMC, 2010).

Para comprender los efectos en el medio ambiente de la utilización de los recursos finitos o medio ambientales, es útil clasificar las externalidades ambientales en dos categorías:

externalidades de flujo y externalidades de fondo (o de “stock”). Las externalidades de flujo representan los daños ambientales causados por la extracción o la utilización actuales del recurso. Las externalidades de fondo se manifiestan cuando el daño ambiental es una función del daño acumulado. Algunos ejemplos de externalidades de fondo son la acumulación atmosférica de dióxido de carbono y su efecto en el clima mundial, la contaminación de las aguas y el daño irreversible a los paisajes naturales causados por la actividad del hombre.

“En el caso de los recursos contaminantes que son finitos, como los combustibles fósiles, las publicaciones teóricas suelen llegar a la conclusión de que el aplazamiento de la extracción es la solución óptima para el medio ambiente. No está claro el impacto del comercio en las externalidades de contaminación resultantes de la extracción de recursos finitos.” (OMC, 2010, pág. 9).

En este contexto resulta discutible que como afirma la OMC el aplazamiento del daño por reducción actual de la emisión de contaminantes sea óptimo, A lo sumo constituye una necesidad racional de los seres humanos por preservar la especie. O que no es claro el impacto del comercio en las externalidades... Pretender que una actividad contaminante del ambiente que afecte la salud humana, requiere para su ajuste de mercado, únicamente internalizar los costos de sus externalidades, solo refleja un esfuerzo académico por hacer cuadrar modelos económicos tradicionales que han sido útiles para entender determinados comportamientos sociales, pero que difícilmente pueden explicar cuál debió ser el costo del Algodón o el Banano, para incorporar 30 años después, los daños a la salud de los trabajadores que hoy mueren por problemas renales, asociados al uso de determinados agroquímicos cuyos efectos no eran conocidos al momento de aplicarse, al menos por las personas que se contaminaron.

Desde otra perspectiva; Se dice que una actividad humana produce una externalidad cuando provoca un efecto que no es regulado por el mercado, estas pueden ser positivas y negativas. Cuando el efecto de una externalidad es regulado por un mercado se dice que la externalidad se internaliza, pasa entonces a tener precio y a convertirse en una mercancía. (Calatrava Requena, 2009).

Las externalidades ambientales son un tipo particular de externalidades que deben tomarse en cuenta en un buen análisis económico. Las externalidades ambientales se identifican como parte de la evaluación ambiental. Donde sea posible se cuantifican y se incluyen en el análisis económico como costos y beneficios del proyecto incluyéndose en el flujo de caja, de la misma manera que cualquier otro costo o beneficio. Cuando no sea posible su cuantificación estas se evalúan cualitativamente (Walter, 2009), nótese que el uso del concepto de costo hace referencia a una externalidad negativa, ¿Qué pasa con las externalidades positivas?, la reforestación con fines comerciales, por ejemplo, tiene un

conjunto de externalidades positivas; fortalece la captación de agua, fija carbono, mejora el clima, mejora los suelos, el incremento del capital humano relacionado con la capacitación y entrenamiento de los trabajadores, entre otros.

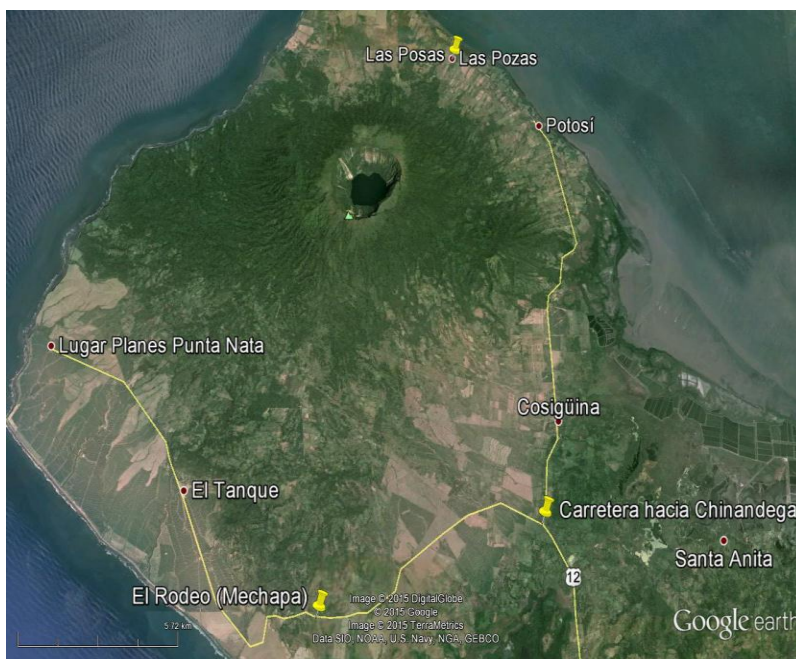
Lo suyo debe decirse desde otro ángulo, de los procesos que ocurren en el medio rural con la expansión de cultivos agroindustriales de alta mecanización e intensivos en el uso de agroquímicos; concentración de la tierra, asalarización del campesinado, migración, presión sobre la frontera agrícola, entre otros. Procesos sociales que se manifiestan de forma paulatina y que tienen también efectos ambientales y que generalmente no pueden ser asociados a un proyecto o actividad en particular, es decir de “stock”, según la clasificación de la OMC. Estas externalidades ¿cómo se valorizan y en qué momento? si la respuesta es que se analizan cualitativamente, entonces poso se avanza en el esfuerzo por internalizar, en los costos, los efectos ambientales y sociales de la actividad productiva.

“El mercado no garantiza que la economía encaje en la ecología, ya que el mercado infravalora las necesidades futuras y no cuenta los perjuicios externos a las transacciones mercantiles, como ya señaló Otto Neurath contra Von Mises y Hayek en los inicios del famoso debate sobre el cálculo económico en una economía socialista en la Viena de 1920.” (Martínez Alier, 2008, pág. 13)

¿Qué valor tiene un paisaje, no en dinero sino en sí mismo? ¿Cuánto vale la vida humana, no en dinero sino en sí misma? Son preguntas nacidas de la observación participante en conflictos ambientales en diversos lugares del mundo. De ahí la pregunta con que concluyo: ¿quién tiene el poder social y político para simplificar la complejidad imponiendo un determinado lenguaje de valoración? (Martínez Alier, 2008, pág. 27)

No obstante, la valoración económica cuando es posible calcularla sin que queden dudas, es una importante herramienta para mejorar la comprensión de las actividades económicas y la evaluación de proyectos, no obstante, su utilidad no debe sobrevalorarse en la discusión teórica, generalizar los alcances de una herramienta con importantes

Ilustración 1: Cosiguina: Recorrido zona manisera con predominio tierras de alquiler



limitaciones. Ni en la empírica; dar por agotada la discusión de una externalidad porque se asignó un valor monetario a uno o algunos de los elementos visibles de la misma, en especial cuando involucra proceso de los seres humanos o la biodiversidad.

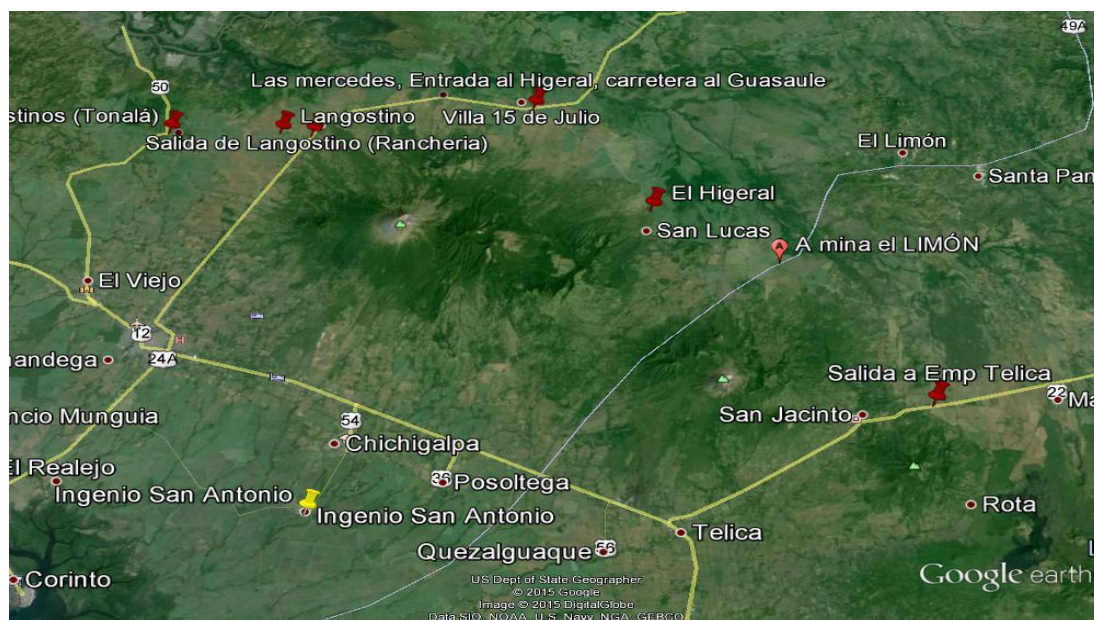
3.b Metodología

Para la evaluación de las externalidades socio ambientales en la producción de Maní en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca en Nicaragua, se realizaron entrevistas a productores rurales propietarios de tierras dadas en alquiler, los que en casos son a su vez trabajadores de la plantación establecidas en sus tierras, pobladores rurales vecinos de las plantaciones y administradores (técnicos) de plantaciones (ver listado en anexo 6).

Se seleccionaron dos zonas maniseras aledañas al Golfo de Fonseca, la primera comprendida por los tramos de carreteras (de macadán); de la entrada a Cosigüina a Potosí, Potosí – Las Posas, y de la entrada a Cosigüina a El Rodeo carretera a Mechapa (ver ilustración 1) y la segunda zona comprendida entre la carretera Tonalá – Ranchería (conocida como Langostino), Ranchería – entrada a Mina el Limón – El Higueral - carretera al empalme de Telica (ver ilustración 2), A partir de la entrada a Mina El Limón se construye la nueva carretera asfaltada que saldrá al empalme de León Viejo, esta ruta bordea el complejo volcánico San Cristóbal - Casita. Para la recolección de información se utilizó un cuestionario semi estructurado y se recurrió a información secundaria, especialmente para los apartados más generales del informe relacionados con el cultivo.

En la primera zona (Cosiguina) de acuerdo a los entrevistados se presenta una cantidad

Ilustración 2: Entrada Langostinos (Tonalá) - Ranchería, entrada Mina el Limón - carretera al Empalme Telica, los puntos en rojo señalan los puntos de referencias aproximados.



considerable de alquiler de tierras para la siembra de maní, destacan como arrendatarios los productores Néstor Blandino, Mario Naranjo y La familia Gurdíán, aunque también se aprecian grandes plantaciones de productores que siembran en tierras propias, en la zona de Cabo de Hornos esto es notorio, en esta zona las plantaciones de Maní se alternan con musáceas de siembra reciente. En la segunda (San Cristóbal) predominan las plantaciones en tierras propias de los productores, en esta el Maní se alterna con plantaciones de Caña y de musáceas de reciente establecimiento.

4. Los resultados

4.a Generación de empleo

El cultivo de Maní incrementó el empleo en ambas zonas, pero este no es significativo por 3 razones; (a) la tecnología seleccionado se basa en una elevada mecanización, (b) los operarios de los equipos agrícolas son llevados por los productores desde otras localidades y (c) pocas inversiones en las tierras alquiladas. En general el impacto de este proceso en las economías de las localidades es poco significativo. Uno de los arrendadores de tierra planteó que los arrendatarios no acostumbran contratar a los dueños de las tierras, pero que en su caso él logró que lo contrataran junto con su familia a través de varias negociaciones. El Maní genera empleo intermitente durante unos 6 meses en el año.

Los salarios pagados a los trabajadores locales varían según la zona, en la medida que los plantíos se encuentran en zonas alejadas estos disminuyen, debe destacarse que la distancia también está relacionada con el tiempo que tiene el cultivo de sembrarse en la zona, en Las Posas de Cosigüina el Maní llegó hace 6 años y en Cabo de Hornos lo hizo hace 15 años, en la zona de Mechapa en el Rodeo el Maní fue el cultivo que quedó después que desapareció el Algodón, por lo que debe suponerse que el tiempo que tiene de establecido el cultivo, es una variable importante en el comportamiento de los salarios de las zonas (ver tabla 1). En Las Posas y Cabo de Hornos se trabaja de lunes a viernes razón por la cual no pagan el séptimo¹⁵. De acuerdo con uno de los entrevistados de esta zona, un señor de apellido Guardián se quejó en el Ministerio del Trabajo, por el tema del no pago del séptimo, todo siguió igual y en la actualidad ninguno

Tabla 4 Salarios

Salario por jornal en zonas maniceras de Cosigüina y Ranchería		
Localidad	Sueldo / jornal C\$	Equivalente en USD \$
Las Posas de Potosí	100	3.7
El Capulín	100	3.7
Cabo de Horno	130	4.8
El Rodeo ¹	142.9	5.3
Rancherías	250	9.2
El Higueral	250	9.2
1/: En el Rodeo el sueldo que se obtuvo es de C\$ 2,000.0 catorcenal.		
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas en las localidades indicadas		

¹⁵ La legislación laboral nicaragüense establece que los trabajadores que laboran por jornal de lunes a sábado se les debe pagar el séptimo día como un jornal más.

de los productores de Maní lo contrata. En las zonas de Mechapa y Rancherías el salario es catorcenal, lo que implica que se paga el séptimo.

En la zona del Higueral (zona que bordea el complejo volcánico) de acuerdo con la entrevistada se pagan C\$ 250.0 por jornal de 6 am a 4 pm, cuando el que contrata es la empresa, para ser contratado por la empresa se requiere, entre otros, de un examen médico, la empresa paga los exámenes y designa la clínica en que se efectuarán, los resultados se entregan a la empresa, al perecer uno de los estudios al que se asigna relevancia es el de creatinina en la sangre, para evaluar el funcionamiento de los riñones, en caso de haber problemas la empresa no contrata, pero si requiere de mano de obra, la persona rechazada es contratada por un contratista para laborar en las tierras de la misma empresa, con jornada y salario diferenciados; de 4 am a las 12 m por C\$ 150.0 córdobas.

El cultivo de Maní es un alto generador de empleo femenino, especialmente en labores de tapado de semilla que quedaron descubiertas durante la siembra y en la cosecha, de acuerdo con los entrevistados esto tiene que ver con la delicadeza, concentración y disciplina que se requiere en estas actividades, lo que constituye una de las externalidades de relevancia del Maní en lo que a empleo se refiere, dado que es conocido que el empleo femenino tiene efectos positivos en la disponibilidad de ingresos de las familias pobres, en la alimentación de los hijos y en su educación. En la finca manejada por el agrónomo entrevistado, decidieron no continuar contratando fuerza de trabajo femenina, después que entró en vigencia la Ley Integral Contra la Violencia hacia las Mujeres, a fin de evitarse problemas de acusaciones de acoso sexual.

En la zona de El Rodeo (Mechapa) el principal problema con el empleo se está produciendo con el transporte que ofrecen los maniseros, quienes utilizan medios no techados para este fin (rastras tiradas por tractor), en invierno después de una jornada bajo el sol, si llueve las trabajadoras se mojan lo que ha provocado enfermedades, a esta situación se le achacan tres muertes de jornaleras.

4.b El Alquiler de tierras

En la zona de Cosigüina, los productores que ceden en alquiler sus tierras consideran que para ellos es preferible trabajarlas, pero consideran que los cultivos para los cuales son aptas y que pueden sembrar con sus recursos, tienen precios al productor que no dejan suficientes ganancias como para que la familia sobreviva, en este sentido, tienen una fuerte percepción que los intermediarios y las empresas acopiadoras, no establecen relaciones comerciales basadas en reglas claras.

“Un comerciante salvadoreño que compraba Ajonjolí, pagaba buenos precios con los que salíamos bien, los comerciantes locales le hicieron la lucha para que no

viniera a comprar, hasta que el hombre dejo de venir y los precios bajaron, después nos dimos cuenta que los mismos comerciantes le están vendiendo a él. Una vez nos pusimos en huelga para no vender hasta que le subirán a los precios, entonces, los precios bajaron más. Hace 6 años una empresa de nombre COSAJOSA nos invitó a sembrar Maní, ellos dieron asistencia técnica, facilitaron químicos, alquiler de equipo, en fin todo lo que necesitábamos y a la hora de las cuentas les quedé debiendo 50 quintales de Maní, después que el día que les entregue, me dijeron que los 50 qq de Maní estaban a mi favor.”

“Nosotros ya sabemos que cuando nos vienen a decir que un cultivo tiene buen precio y que fulano lo va a comprar, a la hora de la cosecha los precios internacionales o en Managua, bajaron y a nosotros solo nos queda la gran penqueada, por eso el alquiler de las tierras es la opción de ingresos más segura” (Entrevistas a propietarios de tierras en la zona entrada a Cosigüina – Potosí – Las Posas, 2015).

En esta perspectiva los productores consideran que el alquiler de sus tierras es la mejor opción para garantizar ingresos para la unidad productiva, en especial por la seguridad que ello implica, la disminución de riesgos por pérdidas de cosecha y porque libera la fuerza de trabajo de la familia que puede emplearse como asalariados y trabajar en la parcela que no alquilan para sembrar cultivos de autoconsumo.

Tabla 5: Precio del alquiler de la tierra

Pago por alquiler de tierras			
Zona de Cosiguina			
Localidad	Alquiler USD\$	Tiempo	Rastrojo
Las Posas de Potosí	220.0	Año	Le queda al propietario de la tierra
El Capulín	220.0	Año	
Cabo de Horno	240.0	6 meses	
El Rodeo	220.0	6 meses	
Fuente: Elaboración propia			

de finca manicera – cañera)

Los criterios que consideran los productores de Maní para definir el precio que están dispuestos a pagar por el alquiler de las tierras incluye;

- Tipo de suelos
- Accesibilidad
- Disponibilidad de agua
- El precio del cultivo
- Las expectativas sobre el comportamiento del clima (entrevista con Carlos Cárdenas, agrónomo y administrador

Sin embargo, nuevamente el patrón que se observa (ver tabla 2) es el de lejanía - tiempo de establecido el cultivo, similar al de los salarios. Cabo de Hornos, la zona de mayor accesibilidad, es la que presenta los mejores precios. Aunque en este caso debe considerarse que no se recogieron datos sobre el tipo y calidad de los suelos desde el punto de vista de los requerimientos del cultivo.

El hecho de que el rastrojo de Maní le quede al propietario de las tierras arrendadas constituye un ingreso adicional, al pago por el alquiler, ya que este es apreciado como alimento para el ganado vacuno y porcino, los propietarios de las tierras alimentan con este a su propio ganado o el de un tercero que paga por este alimento.

4.c Seguridad alimentaria

En la zona de Cosigüina los arrendadores se dejan pequeñas áreas para la siembra de granos y otros productos; Maíz, Sorgo, Ajonjolí, Yuca, Melón, Sandía y el mismo Maní. De acuerdo con los entrevistados el problema con el Maíz es que las tierras no son buenas para este cultivo y los rendimientos no dan para establecer siembras con fines comerciales, por lo que su siembra se orienta únicamente al autoconsumo, aunque ocasionalmente si les quedó, venden pequeñas cantidades a los vecinos que lo requieren. Por lo que el grueso de la siembra propia tradicionalmente ha estado orientada a rubros dirigidos al mercado.

En la zona aledaña al complejo volcánico (San Cristóbal – Casita), las tierras en las que se cultiva de Maní fueron incorporadas recientemente a través de la compra, por lo que la siembra de productos orientados a la seguridad alimentaria de los pobladores rurales, se ha desplazado hacia las faldas de los volcanes San Cristóbal y Telica, en esta zona la concentración de la tierra está incrementando la vulnerabilidad de las comunidades asentadas en la zona, en términos de su seguridad alimentaria y presionando las áreas cultivables situadas en el complejo volcánico. Lo que también pudiera ser válido para la zona de Cosigüina si se mantienen los estímulos a la expansión del cultivo de Maní, dado que por lo general el proceso de alquiler de tierras antecede al de compra de estas.

La información recopilada no incluyó la perspectiva de los campesinos sin tierra que tradicionalmente como parte de sus estrategias de sobrevivencia, entre otros mecanismos, alquilan tierras para sembrar granos básicos. Hace un par de años el alquiler de las tierras rondaba los USD\$ 100.0 dólares, por lo que el valor de los alquileres observados probablemente los habría dejado sin posibilidad de sembrar en estas zonas o han debido migrar a zonas en las que pueden acceder a tierras. En la zona del Higueral y comunidades vecinas se reportan procesos migratorios de la población principalmente jóvenes de ambos sexos, los que migran internamente y al exterior.

De acuerdo con ANPROSOR (2012), citado por FUNICA (FUNICA, 2012), la producción nacional de Sorgo se ha reducido en 26% a lo largo del período tanto de Sorgo Industrial como de Sorgo Millón, esto ha sido por la competencia de otros rubros de exportación tales como Maní y Caña de Azúcar que compiten por área y rentabilidad.

4.d Erosión de suelos

En ambas zonas de estudio fue una constante observar los suelos mullidos, totalmente desprotegidos y sin cortinas rompe vientos. En la zona que bordea el complejo volcánico (San Cristóbal – Casita) la mayoría de las áreas de las unidades productivas son extensas, presentan obras de terracería y sistemas de riego. En la zona de Cosiguina, solo en Cabo de Hornos se observa una zona con unidades productivas de extensión considerable, obras de conservación de suelos y sistemas de riego, en el Rodeo (Mechapa) la productora entrevistada tiene obras de terracería en las tierras cedidas en arriendo.

Destaca el hecho de que en las plantaciones en tierras alquiladas no se observan obras de conservación de suelos, mientras en las tierras propias de los productores se aprecian curvas de nivel y otras obras de contención de la erosión hídrica. Uno de los propietarios de tierras que las cedió en arrendamiento, externó que debido a que se estaba produciendo una cárcava en su terreno, procedió a realizar una acequia con madera rolliza, la que en el siguiente ciclo fue retirada por el arrendatario, porque obstruía el normal desempeño de los equipos, en la actualidad la cárcava tiene más de un metro. Aunque es difícil identificar específicamente el terreno por no contarse con las coordenadas, en la ilustración 3, se pueden apreciar las cárcavas que se han desarrollado en estos terrenos, según se nos indicó desde la llegada del Maní hace unos 6 años.

Así mismo, plateó que de acuerdo al contrato firmado con el productor de Maní, él no puede inmiscuirse en la forma en que se maneja la tierra, refirió además, que entre los esfuerzos por trabajar directamente la tierra habían sembrado un área con Marañón y aunque no resultó un buen negocio, los árboles habían quedado, para alquilar a los maniseros debió talarlos debido a que le indicaron que estos estorbaban el normal desempeño de los tractores. Del mismo modo, otros árboles que dejó para proteger el terreno fueron talados por la misma razón.

Ilustración 3: Formación de cárcavas carretera Potosí - Las Posas



En las zonas más alejadas se está produciendo un significativo deterioro de las tierras por acción hídrica, como consecuencia de la falta de obras de conservación de suelos en conjunto con los requerimientos de labranza del cultivo y la tecnología utilizada, de acuerdo con un técnico que atiende plantaciones en estas zonas, el problema es que el productor (arrendador) no puede invertir en tierras ajenas por no saber si al año siguiente continuará trabajando en ellas.

En Cabo de Horno de acuerdo a una entrevistada que alquila sus tierras, el principal productor de Maní de la zona es quien les alquila y a la vez es propietario de la plantación que se encuentra contiguo a la comunidad en la que se aprecian obras de terracería y sistemas de riego. En el Rodeo en (Mechapa) se presenta, así mismo, una combinación de plantaciones en tierras propias de los productores de Maní y alquiler de tierras, una entrevistada de la zona que cede en arriendo sus tierras, indicó que debido a que el terreno tiene pendiente, se hicieron trabajos de terracería, en esta zona hay finqueros de León y Chinandega propietarios de plantaciones grandes de Maní. *“Desde que se dejó de sembrar Algodón, el Maní se convirtió en la alternativa de la zona, recientemente se está sembrando más y se alquilan más tierras”* indicó Doña Dora Eugenia Palma, propietaria de tierras en el Rodeo. En esta zona se aprecia una relación menos tensa entre los propietarios que alquilan y los que siembran el Maní.

El deterioro por acción eólica se pudo apreciar en todo el recorrido especialmente en las plantaciones de mayores dimensiones o que colindan con tierras que reciben el mismo tratamiento, dando como suma extensiones considerables de tierras desnudas, aun cuando

estas cuentan con curvas de nivel. En la ilustración 4 se puede apreciar uno de al menos 10 remolinos de polvo que se levantaron durante un recorrido por estas plantaciones en la zona de rancherías.

Ilustración 2: Remolino de polvo tipo tornado en la carretera Tonalá - Ranchería (Langostino)

Foto: Nelvía Hernández, 28/04/2015



En septiembre 2014 un tornado afectó Potosí, El Capulín y Punta de Piedra, entre otras localidades, según Doña María Antonia Hernández Izaguirre y Armando Sequeira, ambos de El Capulín este tipo de fenómenos nunca se había presentado, ni tenían noticias de que se presentara en Cosiguina.

Por otro lado información periodística indica que:

“Los vientos --que son ese fenómeno llamado erosión eólica-- están dañando los suelos, se están llevando la tierra más liviana y están deteriorando los campos”, indicó Padilla,

quien tradicionalmente siembra 200 manzanas de maní en el Occidente del país.

Por su parte, el productor Alcides Velásquez coincidió con Padilla en el sentido que si las tolvaneras continúan solo quedará arena en las hectáreas de siembra y eso acarreará una grave problemática, porque sumado a la falta de lluvia, que pudiera traer nuevamente el fenómeno de El Niño, se reducirán considerablemente los rendimientos de producción de maní, lo cual impactaría en las exportaciones de este rubro. Entrevistas realizadas por El Nuevo Diario a los productores; Enrique Padilla Santos y Alcides Velásquez. (Olivas, 2015)

Un agrónomo de la zona que fue consultado indicó al respecto que dada los pronósticos meteorológicos para la zona y las características de precipitaciones de la misma, el decidió en las tierras que el atiende en la zona, no roturar los suelos por lo que no están siendo afectado por estos fenómenos, el control de nematodos lo efectuará con químicos según se presenten problemas. Para este técnico entre los problemas que se enfrentan en la localidad están el aumento de la temperatura que se ha sentido con fuerza este año, la profundización del agua desde Ranchería hasta Tonalá y la incertidumbre sobre el clima, que hace que ahora sea más difícil planificar.

Todos los entrevistados plantean como un problema las polvaredas que se levantan de los campos una vez que se inician las labores de preparación de suelos, durante la cosecha y en los días posteriores a esta, esto último debido a la cantidad de rastras que circulan por las carreteras trasegando Maní (todas las entrevistas se realizaron a la orilla de carreteras de

macadán). En general, la mayoría coincide en que en estos períodos se incrementan las afecciones respiratorias y aumentan los gastos en actividades de limpieza del hogar y la ropa. Por otro lado, en la literatura consultada entre otros, (FUNIDES, 2014) (MIFIC, 2008), el Maní requiere de rotación del cultivo, en ninguno de los casos se observó esta práctica.

Ilustración 3: Campo romploneado para el control de nematodos. Nótese que la foto es tomada a finales de abril y la siembra del Maní es en junio. La reducción de la vegetación es notoria como lo es el que las ramas de los árboles parecieran desarrolladas en competencia por sol. Hacia la izquierda la plantación continúa.

Foto: Nelvía Hernández. 28/04/2015



Aunque no se constataron casos de pérdida de productividad de los suelos por efecto de la erosión resulta indiscutible que las tierras de las zonas estudiadas están perdiendo parte de su capa biológica por erosión eólica e hídrica. Lo que en el largo plazo incrementa la vulnerabilidad del cultivo frente al cambio climático, el pronóstico para Chinandega entre otros incluye entrada tardía del invierno, aumento de la temperatura y la prolongación del período de canícula en el área de influencia de la estación meteorológica de Chinandega (FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CLIMA & INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HAMBRE, 2013), implica mayor sequedad de los suelos y por consiguiente mayor amenaza de erosión especialmente eólica.

4.e El uso de plaguicidas

Ninguno de los entrevistados reportó casos de intoxicación por plaguicidas utilizados en la producción del Maní, aunque todos los entrevistados indicaron que los empleadores no garantizan los equipos de seguridad e higiene a los trabajadores, aunque también es conocida la resistencia de los trabajadores al uso de estos. Solo en dos de los casos se planteó el problema de contaminación por olores a pesticidas en los momentos de las aplicaciones y en ambos casos el entrevistado colinda con plantaciones de Maní de considerable extensión. En la zona de Ranchería se efectúan fumigaciones aéreas, el entrevistado no supo identificar si era en Caña, musáceas o Maní, pero si reporta que

personas de la localidad han tenido problemas en la piel (erupciones que pudieran ser originadas en alergias) cuando se efectúan estas aplicaciones.

Tampoco se constató que el uso de agroquímicos en el cultivo de Maní provoque muertes de animales silvestres incluido marinos, aunque dos de los entrevistados indicaron que en la actualidad se observa menos vida silvestre que años atrás, pero afirman que esto se venía observando desde antes de la llegada del cultivo de Maní.

Un elemento destacable del uso de plaguicidas es que de acuerdo a arrendadores de tierras, en estas después de sembrar Maní no quedan aptas para varios de los cultivos tradicionales de las localidades, el Maíz sufre de achaparramiento y la Yuca no desarrolla el sistema radicular, no obstante, la Sandía y el Ajonjolí, en la misma condición presentan comportamientos adecuados.

4.f Efectos sobre el agua

Dos elementos destacan; (a) la posible contaminación de fuentes de agua con agroquímicos por escorrentía y percolación, y (b) la sedimentación de las aguas superficiales en especial de las zonas en las que se desarrollaron cárcavas, destacando la zona Cabo de Horno – Potosí y Potosí – Las Posas en las que estas son notorias y cercanas a las aguas del Golfo de Fonseca, cuyas costas están a un mínimo de 0.4 km y un máximo de 1.6 km de las plantaciones.

Por otro lado, en las zonas donde se usa riego Tonalá – Ranchería – entrada Mina El Limón, de acuerdo con todos los entrevistados el agua en los posos (manto freático) se está profundizando, aunque ello no es una consecuencia únicamente del cultivo de Maní, llama la atención sobre la necesidad de avanzar en el análisis de sostenibilidad de las Huellas Hídricas de estos cultivos y la disponibilidad de agua subterránea en esta zona, en especial por el hecho de que los mismos cultivo se hacen cargo de romper el ciclo de recarga del manto freático. Así mismo, la erosión eólica incrementa la necesidad de aplicaciones de nitrógeno y con ello la amenaza de contaminación del agua con nitritos.

No obstante, en el Capulín un Organización No Gubernamental, los entrevistados no pudieron precisar el nombre, realizó análisis del agua de los pozos de la comunidad, de acuerdo con María Antonia Hernández Izaguirre una de las entrevistadas de esa localidad, esa institución les informó que el agua de su pozo es de buena calidad, su vivienda colinda con plantaciones de Maní, el pozo de esta familia tiene 35 varas (29.26 metros) de profundidad.

4.g Efectos en el paisaje

Las ilustraciones 3, 4, 5, 6 ofrecen una idea bastante dramática sobre la destrucción del paisaje que se está produciendo en ambas zonas, que se agrava si se considera que en ambos casos se trata de zonas aledañas a áreas protegidas emblemáticas para el país, la primera en las proximidades al área protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina y la segunda aledaña a la Reserva Natural Complejo Volcánico San Cristóbal-Casita.

Ilustración 4: Camiones cargados con semilla para la siembra de Caña, carretera Ranchería - El Guasaule. Da una idea del tamaño de la plantación. A la izquierda el mismo campo con mujeres sembrando la Caña

Foto: Nelvía Hernández, 28/04/2015



5. Conclusiones

Uno de los efectos altamente positivos del cultivo es la generación de divisas las que han crecido en los últimos 21 años a un ritmo impresionante. Así mismo, la creación de empleos es otro de las consecuencias relevantes de la expansión del cultivo de Maní, sobre todo, de empleo femenino rural, muy importante en la reducción de la pobreza en estas zonas por los efectos conocidos de la disponibilidad de ingresos de los miembros femeninos de los hogares en la alimentación y educación de los hijos, sin embargo, la cantidad de empleo generado es limitada debido a la elevada mecanización de las labores y al hecho de que los operarios de la maquinaria agrícola son traídos de otras localidades, por lo que dicha expansión no logra constituirse en un elemento de dinamización de las economías locales.

Se constató que se han presentado al menos tres tipos de problemas con el manejo de la fuerza de trabajo por parte de los maniseros; (a) no se paga el séptimo días con el argumento de que se trabaja de lunes a viernes, aunque la jornada semanal la establece el empleador (b) no se entregan equipos de protección a los trabajadores, especialmente los relacionados con la aplicación de productos tóxicos, (c) se utilizan contratistas para el

reclutamiento de la fuerza de trabajo, que se refleja en mermas significativas de los salarios, además, a través de ese mecanismo se reduce la responsabilidad del empleador frente a los trabajadores, en caso de que se presenten enfermedades laborales, especialmente las que se relacionan con el funcionamiento de los riñones asociada al uso de ciertos plaguicidas. No se reportaron intoxicaciones de personas por agroquímicos utilizados en el Maní, ni intoxicaciones de animales silvestres, incluido peces.

Para los campesinos propietarios de tierras aptas para el Maní que las ceden en alquiler a productores del cultivo, dicho alquiler constituye la estrategia más segura para garantizar los ingresos familiares, lo que constituye un valioso aporte del cultivo a las estrategias de sobrevivencia de las familias, en este contexto el nivel de seguridad se incrementa en relación positiva a la extensión de la propiedad a ser cedida en arrendamiento, pero del otro lado, campesinos sin tierras que tradicionalmente recurren al alquiler de estas para garantizar su seguridad alimentaria, quedan fuera del juego, al menos en las zonas de expansión del Maní, como consecuencia del incremento en el precio de las tierras.

En la zona de expansión sobre la base del alquiler de tierra, no hay evidencia de que se esté reduciendo la seguridad alimentaria en estratos distintos al de campesino sin tierra, dado que las tierras de alquiler, estaban siendo sembradas con productos de exportación principalmente Ajonjolí o el mismo Maní, los campesinos que ceden en arriendo sus tierras se dejan para su uso, las parcelas que tradicionalmente utilizan para los productos que garantizan su autoconsumo. En las zonas de expansión a partir de la compra de las tierras, la historia es totalmente distinta, en estas la siembra de granos se desplazó en su totalidad, hacia zonas de menor accesibilidad que en el caso observado, se trata de las faldas del Complejo Volcánico San Cristóbal – Casita que hace parte del sistema de áreas protegidas, que podría implicar una tendencia contraria a la de adaptación al cambio climático.

Por otro lado, se están presentando afectaciones de relevancia en la calidad de los suelos, por erosión hídrica asociado a la falta de obras de conservación especialmente en las tierras alquiladas, y por efectos de la acción eólica en las propias y alquiladas, por el uso intensivo de agroquímicos y en menor medida por la tala de árboles. Lo que probablemente constituye uno de los elementos que más contribuye a la vulnerabilidad del cultivo frente al cambio climático.

De esta forma, en la zona de Tonalá – Ranchería – complejo, volcánico el principal problema proviene de la erosión eólica, que se origina en el hecho de que los suelos se observan desnudos, prácticamente sin árboles entre fincas, por lo que el viento se desplaza sin impedimentos. Las simulaciones de los efectos del cambio climático para esta zona, apuntan principalmente a un aumento en la temperatura, que probablemente magnificará el efecto del viento sobre los suelos que por esa razón se encontrarán más secos y sueltos. La erosión eólica además de reducir la fertilidad de los suelos, tiene efectos en los habitantes

vecinos a las plantaciones, que se ven afectados por las polvaredas, con los efectos conocidos en la incidencia de enfermedades del aparato respiratorio y el sistema digestivo, y el aumento de gastos de limpieza e higiene del hogar.

En la zona de Cosiguina, es notoria la formación de cárcavas en las tierras alquiladas que se están sembrando con Maní, por lo que en esta, se está ejerciendo doble presión sobre la fertilidad de los suelos al verse afectada por erosión eólica e hídrica, aunque la eólica es mitigada por la presencia de grupos dispersos de árboles en parte de la zona, así mismo, el proceso de erosión hídrica está contaminando por sedimentación las aguas del Golfo de Fonseca y por la carga de agroquímicos presentes en la tierra arrastrada, con los efectos conocidos en la vida marina.

Los efectos del polvo en la salud de los vecinos y el incremento de los gastos en limpieza y lavado de ropa, son externalidades del cultivo cuyo costo lo están asumiendo los pobladores vecinos a las plantaciones. Como lo es el efecto en la reducción del nivel freático, asociado a las actividades de riego, en las zonas donde se combina el Maní con Caña de Azúcar y musáceas. Del mismo modo, la contaminación con sedimentos y agroquímicos del Golfo de Fonseca, son así mismo, externalidades cuyos costos deben ser asumidos por los pobladores. Así como, las dificultades para encontrar tierras para la siembra de granos en la zona de Ranchería.

Por otro lado, los productores asumen los costos de la reducción de la fertilidad de los suelos asociada a la erosión eólica e hídrica, en las tierras propias, a través de mayores requerimientos de fertilización y en las alquiladas, debiendo buscar nuevas tierras que les garanticen los rendimientos esperados. El establecimiento de cortinas rompevientos pareciera una de las acciones que se requiere con mayor urgencia, así como, la cosecha de agua que logre mantener la disponibilidad de agua en la zona y el cultivo, y mantenga los niveles del manto freático, por ejemplo; la adopción de sistema de microcaptación de agua es una posibilidad muy poco explorada en el país. Así mismo, se requiere de Investigación en variedades de Maní resistentes a eventos extremos, sequía y excesos de lluvias focalizados temporalmente, de forma que se apoye el proceso de adaptación del cultivo a los principales efectos del cambio climático.

La incertidumbre sobre los efectos locales del cambio climático, es otro de los problemas inmediatos que deben atenderse, por las dificultades que implica para la planificación de la siembra y la tecnología que se utilizará en cada zona, pero sobre todo por el volumen de información que desde diferentes ángulos están llegando a los productores. Una alternativa para atender esta situación, podría ser la creación de una red de estaciones meteorológicas, que podría conformarse a partir de las estaciones orientadas a evaluar las precipitaciones con que cuentan actualmente los productores, que posibilite obtener información oportuna y

de calidad de las zonas agroecológicas relevante de la cuenca que mejoren la capacidad y calidad de las actuales proyecciones del comportamiento local del clima.

La formulación y puesta en práctica de estrategias locales de adaptación, pareciera una opción que debe evaluarse, dado que los efectos del cambio climático tienen manifestaciones diferenciadas en este ámbito, así como, las estrategias de sobrevivencia de las familias rurales. La conformación de alianzas entre productores, universidades, instituciones civiles sin fines de lucro y demás actores relevantes de las localidades, podría ser una vía de excelentes resultados para avanzar en esta línea. Otro elemento que debe evaluarse es la redefinición de los contratos de alquiler de forma que se dé suficiente estabilidad a las partes como para efectuar inversiones en conservación de los suelos.

6. Bibliografía

- Bailón Júpiter, F., & Brito Álvarez, M. (2011). *RESPUESTA DEL CULTIVO DE MANÍ (Arachis hipogaea L) VARIEDAD INIAP-380 A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, BAJO RIEGO POR GOTEÓ*. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí.
- Calatrava Requena, J. (2009). *Multifuncionalidad y Valoración de Externalidades en los Sistemas Agrarios*. Andalucía, España: IFAPA, Área de Economía y Sociología Agraria.
- Casini, C., & Bragachini, M. (2014). *Buenas Prácticas de Manejo para Disminuir el Riesgo de Aflatoxinas en el Cultivo de Maní*. Córdoba: INTA.
- El Nuevo Diario. (11 de Octubre de 2013). Aceite de maní nica se abre paso en el mundo. Managua, Nicaragua.
- FIGUEROA BAUTISTA, P., W. GERRITSEN, P., VILLALVAZO LÓPEZ, V. M., & CRUZ SANDOVAL, G. (2005). Articulando la sostenibilidad ecológica, económica y social: el caso del cacahuete orgánico. *Economía, Sociedad y Territorio*, V(19), 477 - 497.
- FONDILAC. (2011). *fONDO DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA LACTEA*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de <http://www.fondilac.com/imsitemap.html>
- FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CLIMA & INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HAMBRE. (2013). *Estudio de Vulnerabilidad; "Análisis de los efectos del cambio climático sobre los medios de vida seleccionados en el Golfo de Fonseca"*. Managua.
- FUNICA. (2012). *Estado Actual, Oportunidades y Propuestas de Acción del Sector Agropecuario y Forestal en Nicaragua*. Managua: FUNICA.
- FUNIDES. (2014). *Nota Técnica; Cambio climático y promoción de la productividad en Nicaragua*. Managua: FUNIDES.
- García, M. L. (2002). *Cultivos de Nayarit*. Nayarit, México: Estado de Nayarit.
- IICA - MAGFOR. (2004). *Cadena Agroindustrial Maní*. Nicaragua: IICA.
- IICA. (2007). *Guía práctica para la exportación a EE.UU*. Managua: IICA.
- Juárez Medina, R. J. (2013). *Guía para Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Maní*. Managua: IICA - MAGFOR - UNA.
- Las Vos del Sandinismo*. (19 de Septiembre de 2013). Recuperado el 6 de Mayo de 2015, de Nicaragua, tercer exportador de aceite de maní a nivel mundial: <http://www.lavozdelsandinismo.com/economia/2013-09-19/nicaragua-tercer-exportador-de-aceite-de-mani-a-nivel-mundial/>
- López, Y. (31 de Julio de 2014). Sequía consume Maní. *La Prensa*, pág. 2 C.
- Martínez Alier, J. (2008). Conflictos ecológicos y Justicia Ambiental. *Papeles*(103), 11 - 27.
- MIFIC. (2008). *Ficha Producto "Maní"*. Managua: Gobierno de Nicaragua.

- MULTICONSULT / INDES. (2013). *Estudio del cultivo de maní establecido en Nindirí y los distritos V, VI y VII de Managua*. Managua: Asociación de Municipios de la Subcuenca III .
- Olivas, R. (13 de Marzo de 2015). Tolvaneras Afectan a Productores de Manó. *El Nuevo Diario*.
- OMC. (2010). *Informe del Comercio Mundial, 2010*. Ginebra: OMC.
- RAMAC. (2013). *Programa Maní RAMAC*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2014, de http://www.ramac.com.ni/?page_id=904
- URS Holdings, Inc. (2007). *Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá; Tercer Juego de Esclusas*. Panamá: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Vargas, S. R. (2008). *Crop management practices in the control of peanut diseases caused by soilborne fungi*. Crop protection.
- Walter, M. (2009). *Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental... Reflexionando sobre enfoques y definiciones*. Madrid: Centro de Investigación para la Paz.

7. Anexos

Anexo 1

América

Maní con cascara (Producción en ton)

Todos los países productores

Países productores	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Barbados	24	50	16	17	18	20
Saint Kitts y Nevis	42	35	57	53	37	40
Suriname	17	27	32	26	38	40
Belice	99	63	70	78	80	80
Honduras	85	70	71	79	80	80
San Vicente y las Granadinas	310	300	255	211	210	200
Costa Rica	210	192	196	219	220	220
Venezuela (República Bolivariana de)	1,326	651	1,013	1,010	578	716
Guyana	2,553	1,321	1,301	1,456	1,500	1,500
Uruguay	1,300	1,500	1,529	1,711	2,000	1,800
Colombia	2,634	3,158	5,171	4,385	3,082	2,150
Jamaica	2,825	2,704	2,007	2,643	2,701	2,832
Guatemala	3,387	3,387	4,058	4,087	4,500	4,500
República Dominicana	2,454	3,917	3,830	4,252	3,899	5,279
Cuba	8,474	6,271	5,788	5,260	5,800	5,800
Perú	6,541	8,461	6,860	6,035	6,006	6,422
Bolivia (Estado Plurinacional de)	13,769	13,315	12,809	12,874	13,006	13,391
Ecuador	17,500	19,000	19,726	19,996	20,500	20,500
Haití	26,000	21,500	18,948	22,336	24,000	24,000
Paraguay	29,988	22,590	26,564	24,032	11,875	29,997
México	80,735	85,502	81,485	79,827	114,846	99,849
Nicaragua	198,951	167,371	180,250	184,285	200,000	189,507
Brasil	312,802	255,662	261,455	311,409	334,224	363,074
Argentina	625,349	605,491	611,040	701,535	685,722	1,025,857
Estados Unidos de América	2,341,630	1,674,500	1,885,510	1,659,510	3,057,850	1,893,000

FAOSTAT, © FAO, Dirección de Estadística 2015, 06 mayo 2015,
<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es#ancor>

Anexo 2

Principales característica de los productores de Maní de Nicaragua				
Criterios principales				
Estratos	A	B	C	D
Forma de cultivo	Maní tecnificado con maquinaria (secano) Región II Una proporción pequeña con riego, principalmente en la zona cañera			Maní semi tecnificado con maquinaria (secano) Región IV y III
Tamaño de la Finca	Hasta 50 mz	50 a <200	200 o más	Hasta 50 mz
Otros criterios				
Ubicación geográfica	León y Chinandega			Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas
Uso de semilla	Mejorada	Mejorada	Mejorada/Certificada	Semilla criolla
Tenencia de la tierra	Propia 20% Alquilada 80%	Propia 60% Alquilada 40%	Propia 80% Alquilada 20%	Propia 75% Alquilada 25%
Fuente financiamiento	Imp.. Agroindustria Banca privada		Banca privada Autofinanciamiento	Sin financiamiento
Manejo finca	Productor	Productor Mandador	Mandador/ administrador	Productor con bajo nivel de calificación técnica y de manejo del cultivo
Manejo gerencial	Asistencia técnica privada	Asistencia técnica privada Productor con buen conocimiento del cultivo	Asistencia técnica privada Productor con buen conocimiento del cultivo Control de costos Poder de negociación comercial Conocimiento de precios y mercados	Sin asistencia técnica Desconocimientos de precios y mercados
Integrado industria	No	No	Si, también al comercio interno y externo	No
Destino de producción	Industria y mercados externos	Industria y mercados externos	Industria y mercados externos	Para semilla Comercio local Comercio exterior

Fuente: Con base en; IICA, Cadena Agroindustrial del Maní, 2004.

Anexo 3

Exportaciones de Maní importancia en las exportaciones agrícolas			
Años	Maní Exportaciones USD \$	Exportaciones agrícolas USD \$	% de las export Maní / export agric
1994	9.8	138.6	7%
1995	12.1	192.9	6%
1996	13.4	191.2	7%
1997	15.1	226.6	7%
1998	19.1	254.0	8%
1999	19.1	239.6	8%
2000	29.8	263.3	11%
2001	30.7	212.0	14%
2002	24.0	178.0	13%
2003	28.4	203.7	14%
2004	39.7	268.0	15%
2005	43.6	298.3	15%
2006	43.0	385.6	11%
2007	56.0	406.2	14%
2008	90.2	549.9	16%
2009	65.9	462.8	14%
2010	61.8	570.4	11%
2011	96.1	663.7	14%
2012	132.5	824.4	16%
2013	102.9	633.5	16%
2014	115.1	761.8	15%
Fuente: BCN, 2015.			

Anexo 4: Matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente y el clima en el cultivo de Maní en Nicaragua

Actividad	Efecto	Mitigación	Observaciones
Preparación de suelos estación seca	Degradación de suelos por acción eólica e hídrica, contaminación del aire con polvo. Enfermedades respiratorias de la población vecina a las plantaciones, sedimentación de fuentes de agua.	Obras de conservación de suelos, siembra de cortinas rompe vientos	Desde los meses de febrero a abril se realiza la primera roturación del suelo con arado o romeplo, con el propósito de exponer el subsuelo al sol y así eliminar insectos y patógenos que pudieron haber quedado de la cosecha anterior (IICA, 2012). No obstante, esta práctica que se realiza durante los meses secos coincide con la época de vientos más intensos y propician polvaredas, afectan el bienestar de los pobladores, el inicio de las lluvias provoca la aparición de cárcavas, en los plantíos que no tienen obras de conservación de suelos
Siembra	Establecimiento de plagas que afectan a este cultivo / variedad, las que desarrollan resistencia a los pesticidas por el uso reiterado del químico en plantaciones sin rotación de cultivos	Rotación de cultivos	Por la fijación de nitrógeno que efectúan las leguminosas, se conoce que el Sorgo y el Maíz tienen buen comportamiento rotándolos con el Maní, sin embargo, ello depende de la rentabilidad de cada cultivo.
Raleo			De acuerdo con IICA 2012 aparentemente está no es una labor que comúnmente se realiza
Control de vegetación no cultivada (malas hierbas o malezas). Medios mecánicos	Disminución de la vegetación nativa, lo que rompe la cadena alimenticia de la fauna nativa	Rotación de cultivos, y el acondicionamiento de las poblaciones de plantas para generar mayor cubrimiento del área y competencia por parte del cultivo. (evitar fallas dentro de los surcos)	Ciertos tipos de maleza sirven de huéspedes a insectos (mosca blanca, afidios y defoliadores), compiten por nutrientes con el cultivo y al enredarse sus raíces con las vainas del Maní favoreciendo su desprendimiento durante el arrancado. Así mismo dificultan el secado y la calidad final del producto.
Control de vegetación	Contaminación por químicos de fuentes	Utilización estricta de dosis recomendada	Aparentemente este es un tema poco estudiado en el caso de Nicaragua.

no cultivada (malas hierbas o malezas). Por medio químicos, se utilizan herbicidas en pre emergencia y post emergencia del cultivo	de agua.	según condiciones del campo	
Aplicación de pesticidas	En población vecinas al cultivo enfermedades de la piel e irritación de ojos por pesticidas utilizados en el cultivo.	Control de poblaciones aplicar solo según comportamiento de estas, evitando aplicaciones teniendo como guía la programación de labores. Observar estrictamente la aplicación según dosis recomendada.	El cultivo del cacahuate requiere bastante atención en cuanto al manejo de sus plagas. Las de mayor importancia económica son: plagas del suelo como gallina ciega y gusano trozador, y del follaje: chapulín diabrotica, gusano saltarín, gusano peludo y araña roja. Existe casos documentados de que el Chlorothalonil ha provocado irritación en los ojos y piel a población aledaña a áreas sembradas con el cultivo. Este se utiliza para la Roya del Maní, la necrosis foliar y el carbón del maní.
Aplicación de agroquímicos en general	Intoxicación de operarios	Entrega por parte del empleador de equipos de protección personal	Existe un problema de doble vía con la disponibilidad de equipos de protección e higiene personal, los operarios por un lado, alegan que estos no les son entregados por el empleador y este último plantea que los operarios no los utilizan. Por lo que la capacitación en higiene y seguridad personal es clave en este punto
Cosecha	Degradación de suelos por acción eólica, contaminación del aire con polvo	Siembra de cortinas rompe vientos y cercas vivas	La cosecha, que ocurre durante la estación seca debido a que se realiza con una roturación, es otro momento crítico en el ciclo del cultivo porque también se generan polvaredas que afectan a pobladores.
Manejo	Degradación de	Rotación de cultivos	Esto se presenta como resultado de largo

como monocultivo	suelos, disminución de biodiversidad en especial microbiana.		plazo, asociado a la persistencia (en la realización) y combinación de varias de las actividades descritas. Por ejemplo; Control de plagas y malezas
------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

Plaguicidas usados para fitoprotección en el cultivo de Maní

Plaguicida	Objetivo	Observaciones
Herbicida		
Gilfosato (Round Up)	Control de malezas antes de la siembra	Herbicida de amplio espectro
Cadre (Imazapic)	Pre emergente para el control de varias especies de maleza incluyendo gramíneas	Deben utilizarse con cuidado en rotaciones Maní - Maíz, Maní - Sorgo
Fungicidas		
Chlorothalonil (Bravo) Tebuconazole (Folicur) Acapela Provost	Control de P. arachidis, C. arachidicola y Sc. Rolfsii durante la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo	Se realizan hasta 8 aplicaciones de fungicidas durante el ciclo del cultivo
Insecticidas		
Cypermithrina Lannate	Control de plagas del follaje Spodoptera spp Helicoverpa spp	Lannate es de mayor toxicidad que Cypermithrina para humanos y fauna benéfica

Fuente: Multiconsult / INDES, Estudio del cultivo de maní establecido en Nindirí y los distritos V, VI y VII de Managua 2013

Anexo 6

Personas entrevistadas				
Externalidades socio ambientales del cultivo de Maní en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca				
Nombre	Comunidad	Condición del entrevistados	Cantidad de tierras alquiladas (mz)	Indicaciones
Maryelin Victoria Arauz	El Higueral	Pobladora (trabajadora plantaciones Caña y Maní)		Carretera Las Mercedes (al norte de Villa 15 de Julio) carretera al Empalme Telica (hacia el este de entrada a Malpaisillo)
Juan Celso Osorio y María Teresa Méndez	Las Posas de Potosí	Productores, tierras cedidas en alquiler	7.5	Carretera que va de Potosí (Cosiguina) a Las Posas
María Antonia Hernández Izaguirre	El Capulín	Pobladora vecina de plantaciones de Maní		Carretera de Potosí hacia comunidad Cosiguina
Armando Sequeira	El Capulín	Productores, tierras cedidas en alquiler	6.0	Carretera de Potosí hacia comunidad Cosiguina
Vicsa García	Cabo de Horno	Pobladora, tierras cedidas en alquiler	8.0	Carretera de Potosí hacia comunidad Cosiguina
Eugenia Palma Munguia	El Rodeo	Productora, tierras cedidas en alquiler	13.0	Carretera a Mechapa
Carlos Cardenaz	Rancherías	Agronomo administrador empresa cañera - manicera de Jorge Callejas		Ranchería - carretera a Tonalá

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas

4.5- Internalización de costos ambientales en la producción camaronera en el Río Estero Real, Chinandega, Nicaragua.

Lic. MSc. Nelvia del Socorro Hernández.

1. Presentación

La economía ambiental, desempeña un papel muy importante en el diseño de herramientas de incentivos económicos y políticas públicas para el mejoramiento de la calidad ambiental. El estudio “Internalización de costos ambientales en la producción camaronera en el Río Estero Real”, tiene la finalidad de conocer qué porcentaje de la estructura de costos de la producción del sistema semi-intensivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en el Río Estero Real están involucrados en el manejo de la sedimentación del agua del afluente y efluentes.

Para su desarrollo, se hizo uso de la institucionalidad formal establecida para la protección ambiental y la actividad camaronera en el Río Estero Real, Chinandega, se utilizaron los resultados de monitoreo del afluente Estero Real del año 2007 al 2012 y resultados de monitoreo de efluentes del sistema de producción semi-intensivo de camarones del año 2011. Para estimar el valor económico del costo ambiental se aplicó el método de costo de reposición y el método del costo evitado. Para la internalización de costos se tomó como referencia los costos de producción (ingreso/egresos) de una empresa caso de estudio y los costos de país emitidos por la Dirección de Acuicultura del Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura.

La industria camaronera del Estero Real, en su estructura de costos de producción del sistema semi-intensivo, anualmente internaliza \$162,741.94 en costos de reposición de la calidad de agua requerida para la producción del camarón *Litopenaeus vannamei* y \$87,840.98 para evitar la sedimentación del Estero. Esto equivale a que actualmente la sedimentación del agua del Estero Real tiene un costo, internalizado por la industria camaronera, de \$ 250,582.92, representando en la estructura de costos del sistema semi-intensivo el 0.46%.

Para que la aplicación de la Ley de agua (Ley 620) no afecte el desarrollo económico de la industria acuícola del país, se hace necesario que cualquier medida que se aplique, sea analizada desde un enfoque territorial, donde se permita la integración de los espacios, agentes, mercados y políticas públicas de intervención, que conlleven a la conservación de la cuenca hidrográfica y preservación de los bienes y servicios que presta el Estero Real para el desarrollo económico de la industria acuícola del país y para las comunidades, donde el Estero Real es su principal activo ambiental, económico, social y cultural.

2. Ubicación y contexto institucional del sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en la cuenca baja del Río Estero Real, el cual forma parte de la cuenca 60 conformada por las subcuencas Estero Real Abajo, Río Grande y Río Tecomapa, con una extensión territorial de 3,620 km², ubicada en el noroeste de Nicaragua entre los departamentos de Chinandega (56%) y León (42%) (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). 2010, pp 1-9).

Por su tamaño, muchos son los Gobiernos Municipales que intervienen en la gestión de la cuenca, como se observa en la siguiente figura, doce municipios drenan sus aguas por el Río Estero Real, siendo el Municipio de Puerto Morazán en el que se ubica la cuenca baja y donde se concentra el mayor número de granjas productoras de camarón marino.

Para contextualizar el sitio de estudio se hizo uso de información secundaria de la institucionalidad formal, vinculada a la protección ambiental y la actividad camaronera.

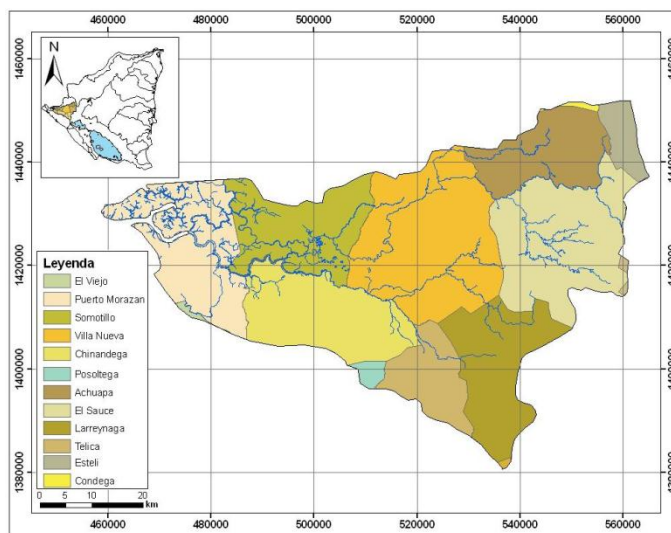


Fig. No.4. Distribución Municipal. Cuenca N° 60, tomado de MARENA 2010.

3. Caracterización de la sedimentación del afluente Estero Real y de los efluentes de la industria camaronera

Sedimentación del afluente: Para determinar la sedimentación del afluente (Estero Real), se tomó la variable Sólidos Suspendedos Totales (SST mg/l), que constituye el residuo seco de la filtración al vacío por un filtro de fibra de vidrio de 1.5 µm secado de 103 a 105° C (Estándar método, 20 ed.). Es un indicador de todos los materiales insolubles tanto sedimentables como suspendidos en el agua. El aumento de peso del filtro representa los

sólidos totales en suspensión. La diferencia entre los sólidos totales y los disueltos totales, puede emplearse como estimación de los sólidos suspendidos totales.

Para el análisis de SST, se hizo uso de una serie de seis años de datos de los registros históricos del muestreo mensual de agua superficial realizado en tres estaciones de muestreo (Punto 1: Parte Alta del Estero, Punto 2: Parte Media y Punto 3: Parte Baja), según se detallan en la fig. No.5. Los tres puntos ubicados en caudal principal del Río Estero Real.

Nicaragua, no cuenta con indicadores de SST para estuarios, lo que dificulta un punto de control, sin embargo, en aras de poner un punto de referencia, se hizo uso del indicador de SST de Estuario de la Costa Pacífica de México, equivalente a 150 mg/L para explotaciones pesqueras y uso recreativo y para estuarios de 75 mg/L (Haws, M & Rojas, A. 2006).

Sedimentación del efluente: Para determinar la sedimentación por efluentes de la industria camaronera, también, se tomó como referencia la variable Sólidos Suspendidos Totales. Para ello se utilizó resultados de SST medidos durante el año 2011 (año en que se certificaron las empresas) a efluentes del sistema semi-intensivo de producción camaroneras ubicadas en el transecto entre el Punto No.1y Punto No.3.

Para realizar comparaciones se tomó como referencia los Parámetros de cumplimiento del Código de Conducta Técnico, Social y Ambiental Resolución Ministerial No. 012 2007 del MARENA, igualmente establecidos en el Manual General de Buenas Prácticas Acuícolas (BPAC) emitido por MAGFOR.

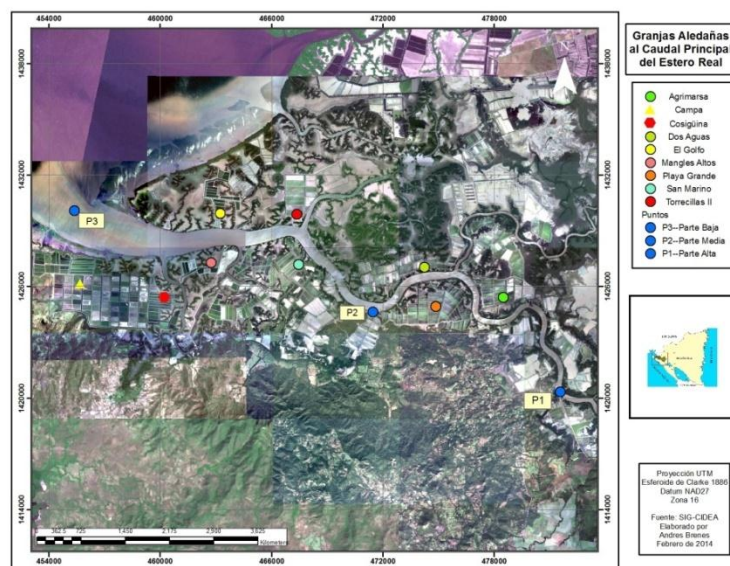


Fig.No.5. Ubicación de los puntos de muestreo y sitio de ubicación de las principales empresas de producción semi-intensiva de camarones en el Estero Real: Fuente SIG-CIDEA. Andrés Brenes.

Análisis estadístico de datos: Para el análisis de datos y presentación de resultados se utilizó el paquete de Microsoft Excel y el paquete estadístico SPSS 15 para Windows. Para determinar el nivel de cumplimiento de los indicadores de parámetros establecidos por las normativas, se aplicó el análisis de Control de Calidad, que permite evaluar el comportamiento de los datos dentro de límite de control (superior e inferior) con un nivel sigma 3 (99.97% de confiabilidad).

4. Identificación de fuentes de valoración económica de costo ambientales de la producción camaronesa en el Río Estero Real.

Aunque el estudio no tiene como alcance determinar los costos ambientales de la industria camaronesa, se realizó una identificación de los principales costos ambientales que la camaricultura puede generar, basado en estudios previos (información secundaria).

5. Valoración económica del costo ambiental de la sedimentación del Río Estero Real internalizados por la industria camaronesa.

Para identificar y registrar los costos ambientales de la producción semi-intensiva de camarón, de una empresa caso de estudio, se hizo uso de los principios y procedimientos propuestos por Jasch C. (2002). De los datos generados, únicamente se usaron aquellos gastos ambientales anuales de la empresa, caso de estudio, que están directamente vinculados a la variable de sedimento.

Los costos de la sedimentación de la empresa, caso de estudio, se basaron en el análisis de cincuenta hectáreas de producción. No incluyó los costos externos y no se concibió futuros cambios de precios del camarón. En Anexo No.1, tablas No.2, se presenta la base de fuentes de datos para costos/gastos ambientales.

Con el objetivo de que los resultados del estudio representen la situación de país, se tomó como referencia los indicadores técnicos de producción reportados por la Dirección de Acuicultura de INPESCA (Campos D. 2010) para el sistema semi-intensivo de camarones, los cuales son el resultado de una encuesta dirigida a 133 unidades productivas de camarón realizada en el año 2010.

Para el registro de datos, se utilizó el formato orientado a las categorías de costos proveído por Jasch C. (2002), con el cual se elaboró una encuesta. Anexo No.2.

Posterior a ello se realizó la separación de costos basado en dos Métodos de estimación de costos ambientales:

5.1. Valoración económica del costo ambiental de la sedimentación del Río Estero Real por el método de Costo de Reposición.

Método de Costos de Reposición: Basada en su definición (pag.21-22), se aplica a todos los costos que la industria camaronera realiza para conocer la concentración de SST y la inversión que realiza para disminuir los niveles de SST, hasta niveles donde el agua pueda ser usada y que no afecten el cultivo del camarón.

5.2. Valoración económica del costo ambiental de la sedimentación del Río Estero Real por el método de Costo de Evitado.

Método de Costos Evitados: Basada en su definición (pag.22-23), se aplica a todos los costos que la industria camaronera realiza para conocer la concentración de SST y la inversión que realiza para disminuir los niveles de SST antes de que el agua sea vertida al cuerpo receptor (El Río Estero Real).

6- Desarrollo

6.1. Institucionalidad formal, vinculada a la protección ambiental y la actividad camaronera en el Río Estero Real.

La cuenca del río Estero Real, es una de las más pobladas, en ella se desarrollan actividades económicas importantes tales como la ganadería de doble propósito (leche y carne), la agricultura de autoconsumo y exportación, industrialización del jícara, la minería artesanal, la pesca y la camaronicultura, siendo estas zonas donde se concentra el mayor potencial para el cultivo de camarón (MARENA. 2010, pp 1-9).

Geomorfológicamente, la cuenca está integrada por cordillera volcánica, tierras altas con relieves montañoso accidentados y llanuras de origen aluvial con pendientes plana a suavemente onduladas, estas características más los tipos de suelos, indican que la cuenca tiene potencial agrícola, pecuario y forestales (MARENA. 2010, pp 1-9).

El mapa de uso actual y potencial del suelo indica que la expansión agrícola y pecuaria ha afectado los reductos de bosques, dejando estos suelos desprotegidos y propensos a la erosión por cárcavas y pérdida de sus cualidades, también indica la sobreutilización de los suelos con alternativas productivas que no son adecuadas, de acuerdo a su potencial de uso, representando esto un alto riesgo para la degradación de los suelos y de los recursos naturales (MARENA. 2010, pp 1-9).

El Río Estero Real, es el más largo de occidente de Nicaragua, y recorre 137 km y a él drenan el 95% de las lluvias del occidente de Nicaragua (Curie, D.J. 1994, p.77). El complejo estuarino del Río Estero Real, está compuesto por un estero principal, 11 esteros primarios, 41 esterillos secundarios y cinco áreas de lagunas costeras presentes sólo durante la estación lluviosa. El sistema está interconectado con las aguas que llegan del Golfo de Fonseca y las que bajan por escorrentía superficial de la cuenca alta del Estero Real (CATIE & IDR. 2000, p.6).

El Estero Real ha sido objeto de muchas discusiones, estudios e intervenciones vinculadas a su manejo y protección, cada una de ellas va siendo más o menos compleja en dependencia de cuantas dimensiones del desarrollo en ellas sean incluidas. Instrumentos como el Ordenamiento de la camaronicultura del año 1994, Estrategia para el Desarrollo y conservación del Estero Real Nicaragua 2000, Plan de Manejo del área protegida 2006, son ejemplos de algunas de ellas.

Reserva Natural Delta Estero Real:

La zona fue Declarada Reserva Natural Delta Estero Real, según el Decreto No. 1320 del ocho de septiembre del año 1983 (La Gaceta No. 213 19-09-1983). El área protegida es de 84,759.82 ha y 64,570.12 ha de zona de amortiguamiento (MARENA, 2003, pp 19-20). Sin embargo, fue veintitrés años después de su declaración como reserva que se elaboró el primer plan de manejo, el cual fue aprobado según Resolución Ministerial No. 060-2006 (La Gaceta No.78 del 26-04-2001).

En dicho plan se establecieron seis zonas operativas de manejo: 1) Zona de Consolidación y Diversificación Productiva (ZCDP) 2) Zona de Restauración de Humedales (ZRH), 3) Zona de Conservación de Humedales (ZCH), 4) Zona de Manejo de Humedales (ZMH), 5) Zona de Pesca Artesanal (ZPA), 6) Zona Urbana (ZU).

La actividad camaronera, además de estar permitida en la zona de consolidación y diversificación productiva, puede darse en la Zona de restauración de humedales y en la Zona de Conservación de Humedales, los niveles de regulación de la actividad productiva de camarones, dependen de la clasificación operativa de la Zona (MARENA, 2003, pp 19-20).

El 22 de abril del año 2009, se firmó el primer convenio para el manejo del área protegida, bajo la figura de “Convenio Colaborativo para la Administración y Manejo Participativo de la Reserva Natural Delta Estero Real, entre el Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), INPESCA, INIFOM, Alcaldía de Chinandega, Alcaldía de Somotillo, Alcaldía de El Viejo, FUNDAR, Fundación LIDER, Asociación Selva, Unión de Cooperativas Camaroneras de Puerto Morazán R:L, Asociación Nicaragüense de

Acuicultores (ANDA), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León) y la Universidad Centroamericana (UCA).

El 50% o menos de los miembros de este Comité de Manejo, mantienen la participación activa en las actividades, sin embargo, no se cuenta con un plan de desarrollo integral consensuado; se trabaja con planes institucionales de cada miembro, los cuales varían según las fuentes financieras, tampoco se cuenta con indicadores de desempeño para medir la efectividad de las acciones establecidas para la protección de la reserva.

Bravo Moreno J.R (2013) en su estudio de análisis de gobernanza, indica, “*existe un problema serio de gobernanza en el Estero Real, expresado fundamentalmente en el manejo del área protegida, en donde, si bien es cierto la coalición camaronera fue capaz de impulsar cambios institucionales importantes que desembocó en la conformación y firma del Comité colaborativo para el manejo de la reserva (MARENA, 2009) en este comité no se logró aglutinar a todos los actores del territorio y hasta la fecha hay fuertes reservas en cuanto a su funcionamiento y a las relaciones entre los actores de la coalición*”.

Humedales Ramsar:

El Delta Estero Real y Llanos de Apacunca fueron declarados como sitio Ramsar (No.1136) de importancia internacional el ocho de noviembre del año 2001 (Ruiz A. & Mariscal T. 2003, p.6). Tanto el Delta Estero Real como los Llanos de Apacunca, protegidos bajo la categoría de Reserva, esta última fue declarada Reserva de Recursos Genéticos, el 24 de Mayo de 1996. Tiene una extensión aproximada de 14 km², y su objetivo general, como reserva genética es proteger la variedad de maíz silvestre (*Zea luxurians*), con el fin de obtener germoplasma seleccionado, mantener los hábitats en las condiciones necesarias para proteger y restaurar la especie en particular (Grupo de trabajo de Humedales-Nicaragua. 2000).

Estrategia para el Desarrollo y la Conservación del Estero Real

Después de cinco años de trabajo en el territorio en el año 2000, se publicó la Estrategia para el Desarrollo y la Conservación del Estero Real, cuyo propósito fue alcanzar el desarrollo sostenible de la región, mediante la utilización adecuada de sus recursos naturales y en un proceso de trabajo conjunto entre los Autores Locales y el Gobierno (CATIE & IDR. 2000, p. ix).

La concepción de esta estrategia desarrollada en el marco del proyecto OLAFO/DANIDA MANGLARES, se centra en reconocer el papel del Estado como ente normativo y de control; el del sector productivo como fuente de inversión y generación de riqueza, y el de

la sociedad civil (organizaciones de bases y ONG) como elementos de expresión de los intereses de los ciudadanos en temas centrales para su calidad de vida, tales como la gestión del ambiente, la salud, la educación y otros.

Además de los esfuerzos implementados durante el desarrollo del Proyecto en el diagnóstico situacional y los proyectos de restauración y manejo del Ecosistema de Manglar, entre otros, no se encontró evidencia de que este instrumento esté siendo utilizado para desarrollar los ejes estratégicos de desarrollo que fueron establecidos.

Manejo de la parte alta de la cuenca

Para el manejo de la cuenca alta, en junio del año 2011, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales dio inicio al Proyecto “Reducción de riesgos y vulnerabilidad ante inundaciones y sequías en la cuenca del Río Estero Real”, financiado por el Fondo de Adaptación, a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el cual finalizará en el año 2015 (Sánchez, M.F (2013).

El proyecto trabaja en veintitrés comunidades de las microcuencas Las Mercedes, Salale, Petaquilla/Campamento, Varela, Coyolar, El Cacao, El Genízaro y El Pílon de los municipios de El Sauce, Achuapa y Villanueva. Dicho proyecto está dirigido a reducir los riesgos de sequías e inundación generados por el cambio climático y la variabilidad en la Cuenca del Río Estero Real (Sánchez, M.F (2013).

Cuenta con un conjunto coordinado de intervenciones diseñadas para implementar políticas públicas nuevas para abordar el cambio climático a través de la introducción de prácticas agro-ecológicas y el manejo participativo de cuencas en comunidades rurales altamente vulnerables. Por medio de inversiones enfocadas en la retención de agua, la planificación de fincas a largo plazo, y el desarrollo de capacidades en comunidades locales, municipalidades y agencias gubernamentales, el programa validará un esquema de adaptación como medio de implementación de la estrategia nacional de cambio climático (Sánchez, M.F. 2013).

La camaronicultura

Estudios realizados por FAO en el año 1988, indicaron que en el Estero Real se ubicaba el 72% de los terrenos aptos para el desarrollo de la industria camaronera, equivalentes a 28,150 hectáreas; cifras que fueron verificadas en un segundo estudio realizado en los años 1992 y 1994 con apoyo de PRADEPESCA (Saborío, A. 2006, p.6).

Aunque para el año 1987, se registraban cien hectáreas de estanquería rústica para el cultivo de camarón en el Estero Real, fue hasta el año 1990 que la actividad tomó auge,

registrándose para ese año un mil hectáreas en producción y solicitud de concesiones de terrenos para establecer proyectos productivos hasta por 19,869 hectáreas (Saborío, A. 2006, p.6).

Según el Mapa de Derechos de acuicultura en el Estero Real publicado por INPESCA (2010), para esta fecha existían 388 registros de derechos de acuicultura en el Estero Real para un total de 20,158.08 ha concesionadas, de éstas 13,708.57 hectáreas construidas.

En el análisis de la actividad camaronera en el Estero Real, realizado por Campos, D. (2010), indica que para esta fecha existían 14,141.89 hectáreas construidas para cultivo de camarón, donde el sistema semi-intensivo representa el 93.05% del total de áreas productiva, es decir 13,159.03 ha.

Tabla No. 3: Distribución de área productiva por sistema de cultivo y tipo de estructura en el Estero Real, tomado de Campos (2010).

Tipo de estanquería	Artesanal	Extensivo	Semi-intensivo	Total
Canales	0.07	0.00	150.44	150.51
Engorde	615.70	359.20	12,033.96	13,008.86
Plan genético	0.00	0.00	10.22	10.22
Pre-engorde	0.00	0.00	57.11	57.11
Reservorio	7.89	0.00	869.32	877.20
Sedimentación	0.00	0.00	37.98	37.98
Total	623.66	359.20	13,159.03	14,141.89

Para el año 2011 el Instituto Nicaragüense de la Pesca (INPESCA. 2012, p.12) registran una producción de 34,628,000.00 libras de éstas el 58.11% fueron manejado bajo sistema semi-intensivo principalmente por empresas privadas (93%). Según Campos, D. (2010) los rendimientos productivos se registran para el sistema semi-intensivo es de 1,882 lb/ha/ciclo, con un costo de producción de 1.1 US\$/libra entero, ver tabla No.4.

Tabla No.4: Costos de producción estimados por sistema, según las hectáreas en cultivo en el Estero Real, tomado de Campos (2010).

Sistema de cultivo	Costo estimado (US\$/libra entero)	Área en explotación (ha)	lb/ha/ciclo	Capital de operación por ciclo (US\$)
Intensivo	2.2			
Semi-intensivo	1.1	12,034	1,882	22,647,988

Extensivo	0.8	975	585	570,375
Total		13,009	2,467	23,218,363

Buenas Prácticas de la Camaronicultura

Con el objetivo de Fomentar la aplicación de Buenas Prácticas de la Camaronicultura, promover la sustentabilidad y garantizar la sanidad e inocuidad de los productos de camarón de cultivo, el 14 de mayo del año 2006 las Instituciones de Gobierno Nacional, lideradas por MARENA, el Gobierno Local y la industria camaronera, con la Asesoría de Aquaculture Certification Council, INC, establecen el Código de Conducta Técnico, Social y Ambiental Responsable para la Camaronicultura de Nicaragua (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), Alcaldías y la Industria Camaronera (ANDA). 2007, p.10).

En el Código, están establecidas las reglas y límites que definen cómo la industria camaronera puede actuar y la visión que la industria proyecta para el futuro, que luego pueda ser evaluada. En el caso de la camaronicultura dentro del Área Protegida Delta Estero Real, la visión corresponde a una actividad económica con un mínimo de impacto sobre el medio ambiente, aportando de forma significativa al crecimiento de la economía local y nacional, donde cada empresa tiene que adoptar las BPA's formuladas e incorporarlas en sus Manuales de Procedimientos, como especifica el Plan de Manejo del Área Protegida.

Como un primer producto de este código y con el apoyo de la Unión Europea a través del Proyecto “Apoyo a la producción de alimentos sanos para la exportación” (PAICEPAN) en el año 2007, el GRUN a través del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), elabora y aprueba para su uso cuatro instrumentos de trabajo para la industria acuícola de camarón para garantizar la salud ambiental del ecosistema y la salud de los animales en cultivo; el Manual general de Buenas Prácticas Acuícola: Camarón, la Guía de trazabilidad y gestión ambiental del camarón de cultivo: Camarón, el Manual de buenas prácticas de manufactura para plantas procesadoras de productos acuícolas: Camarón y el Manual de buenas prácticas de manufactura y análisis de peligros y puntos críticos de control para plantas de proceso de alimento para animales: Camarón .

Es a partir de esta fecha (2007) que la industria acuícola asume la responsabilidad de llevar a cabo la Certificación de sus Unidades Productivas, así como, la financiación de los monitoreos de calidad física, química y microbiológica del agua del Río Estero Real que desde el año 1999 venían siendo desarrollados por el Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental (Instituto CIDEA) de la Universidad

Centroamericana, antes conocido como Centro de Investigación del Camarón (CIC) y Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA).

Es así, que en marzo del año 2011 MAGFOR da la certificación de Buenas Prácticas Acuícolas a las dos primeras empresas: Sahlman Seafoods of Nicaragua y Acuicultura Torrecillas y en agosto de 2011 certifica a Granjas de la empresa CAMANICA, Cooperativa Santa Fe y Cooperativa Carlos Fonseca. Posterior a éstas no se encontró evidencias de nuevas unidades productivas de camarón certificadas.

Plan de Gestión Colaborativa de la Pesca y la Acuicultura con enfoque ecosistémico

Después de casi cuatro años de trabajo multisectorial e interdisciplinario, GRUN, FAO, MARENA & INPESCA, aprueban en mayo del año 2013 el Plan de Gestión Colaborativo de la Pesca y la Acuicultura con enfoque ecosistémico en el área protegida "Reserva Natural del Delta Estero Real", donde hasta la fecha se ha venido trabajando en los procesos investigativos vinculados a: Calidad de agua, potencial pesquero, inventario acuícola y algunos proyectos de reconversión de pescadores a pequeños camaroneros.

El Monitoreo de la calidad físico-química y microbiológica del agua del Río Estero Real inició por PRADEPESCA en el año 1994-1995, lo continuó El Instituto CIDEA-UCA, quién de forma ininterrumpida monitoreó catorce puntos¹⁶ de muestreos y dieciocho variables¹⁷ desde el año 1999 al 2005.

Con el propósito de mantener una producción sostenida y certificada el Plan de Manejo de la Reserva, en el plan de acción de Subprograma producción camaronera, indica la necesidad de continuar con el monitoreo de la calidad del agua en el Estero Real, para analizar el efecto de la actividad camaronera en el Estero (MARENA. 2006, p.95-96). Es en cumplimiento a esta disposición, que la Industria camaronera del Estero Real, representada por ANDA, financia el monitoreo desde el año 2006 al 2013, el cual fue desarrollado, como un servicio, por el Instituto CIDEA -UCA.

Sin embargo, con el objetivo de implementar un sistema de monitoreo ambiental integrado en el Río Estero Real, para prevenir los efectos del cambio climático en las comunidades pesqueras y acuícolas más vulnerables y poner en práctica un sistema de alerta temprana como medidas de prevención ante las amenazas climáticas, en el año 2012 MARENA,

¹⁶ El Chorro, Dos Aguas grandes, Camilo Ortega, Dos Agüitas, Puerto Morazán, Estero Palomino, Frixa, Palo Blanco, Cooprocám, Llano verde, La Polvosa, Puente Real, Torrecillas y Los Perejiles

¹⁷ Nitrógeno Amoniacal (NH₃-N), Nitrato (NO₃-N), Nitrito (NO₂-N), Fósforo total, Nitrógeno total, Clorofila a, DBO₅, Sólidos suspendidos totales, Sólidos sedimentables, Alcalinidad total, Dureza total, pH, coliformes totales, coliformes fecales, Salmonella sp., Vibrio sp., V. cholerae y Heterotrofas

INPESCA, FAO y el Instituto CIDEA UCA, lideraron una serie de talleres y estudios en campo para diseñar el monitoreo bajo este nuevo enfoque, el cual fue financiado por FAO.

Durante los talleres, donde se contó con la participación de los actores del Río Estero Real, se establecieron las estaciones y frecuencia de muestreo que permitieran la identificación de potenciales fuentes de contaminación física, química en el Estero Real y se definieron variables de calidad de agua (físicas-químicas y biológicas), oceanográficas, ambientales y meteorológicas que contribuyeran con información científica para la toma de decisiones a nivel local, así como la identificación de variables que permitieran advertir la probable ocurrencia de un fenómeno peligroso para la cuenca del Río Estero Real (Proyecto: LoA/TF/NIC/2011/FIDFD: Informe de Proyecto).

Este proceso dio como resultados la identificación de cinco puntos de muestreo de las variables Oxígeno disuelto, Temperatura, Salinidad, DBO, Nitrógeno amoniacal, Fósforo, Sólidos totales, Clorofila *a* y una estación fija de muestreo con las variables Salinidad, Temperatura y Oxígeno Disuelto. El estudio de Batimetría, los Monitoreo de variables oceanográficas: Medición de caudal, Dirección y velocidad de las corrientes y meteorológicas: Temperatura atmosférica, Precipitación, Velocidad y dirección del viento, Humedad Relativa y Presión Atmosférica. Con el apoyo financiero de FAO, MARENA se encuentra validando el diseño del Monitoreo, proceso en el cual están involucrados los técnicos de MARENA, INPESCA, FAO e Instituto CIDEA-UCA.

6.2. Sedimentación del afluente Estero Real y de los efluentes de la industria camaronera

a) Sedimentación del agua del afluente Estero Real

Según el Diccionario de la lengua española (DRAE) (2001), reconoce como afluente a un arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal y efluente lo define a todo residuo¹⁸ gaseoso, líquido, sólido o mezcla de ellos que fluye a un cuerpo receptor. Para la industria acuícola del Estero Real, se identifica como afluente al agua que es extraída del Estero para las labores de producción, mientras que efluente al agua que es generada durante los recambio de agua, cosecha del camarón y labores de limpieza de estanquería.

La sedimentación del afluente, en este caso el río Estero Real, es multi-causal, sobre él influyen diversos aspectos desde la geomorfología, tamaño de la cuenca y la diversidad de

¹⁸ Todo elemento o sustancia sólida, líquida o gaseosa, que un establecimiento, inmueble o barco, descargue directa o indirectamente en un cuerpo receptor, incluyendo todo desecho humano, animal, vegetal, mineral o sintético.

actividades que en la cuenca se desarrollan. Según lo señala el Plan de Manejo de la Reserva.

“Los recursos hidrobiológicos de la misma están seriamente amenazados por actividades extractivas de los lugareños y por la sedimentación derivada de la actividad agrícola y ganadera. Asimismo, la actividad camaronera desarrollada en la zona tiene un impacto importante en la economía nacional y puede afectar el sistema hidrológico del humedal si no se toman acciones de conservación” (MARENA, 2006, p.20).

Según indica MARENA (2006, p.59) una de las amenazas para el Estero Real son el vertido de desechos de la camaronicultura en las aguas del sistema estuario. La otra amenaza es la sedimentación proveniente de áreas agrícolas en las partes alta y media de la cuenca. Juntas, estas amenazas pueden provocar el colapso del sistema acuático, pues al sobrepasar los límites soportables por el ecosistema, tanto de químicos, desechos orgánicos como de sedimentos, éste podría colapsar en un corto tiempo.

En su estudio Currie (1994) señala que la tasa de sedimentación es alta en las zonas agua arriba del Estero Real, y eso probablemente es atribuible a la deforestación y al control inadecuado de la erosión de los suelos, estos niveles de sedimentos reducen la transparencia (turbidez) y consecuentemente la fotosíntesis produciendo niveles de oxígeno más bajos y probablemente domina la respiración bacterial.

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia (sf), la presencia de Sólidos Suspendidos Totales (SST¹⁹), en corrientes naturales obedece también a la dinámica de los ríos, en cuanto al tipo de material del cauce y el clima de la región, en particular la precipitación y las actividades económicas que se desarrollan en torno a ellos.

Las consecuencias de la mala gestión de la tierra, las malas prácticas agrícolas, el pastoreo excesivo, la deforestación, la impropia ubicación de las urbanizaciones y la inadecuada reducción de la contaminación en la cabecera de la cuenca, según refiere Mahone, Tim (1999), se manifiestan en la cuenca baja en situaciones extremas en la disponibilidad y calidad del suministro de agua y mayor vulnerabilidad de la población.

La vulnerabilidad de la cuenca a la sedimentación según lo indican diversos autores es alta (MARENA 2010; Grupo de Trabajo Humedales-Nicaragua. 2010, Sánchez Hidalgo, N.; Zeledón P.; Sánchez Aguilar D. & Barrios Federico (sf, p. 101), estos últimos indican:

¹⁹ el cual hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual

“es prioritario establecer medidas de protección de suelos y manejo de bosque natural en los Municipios de Achuapa y El Sauce, aprovechando el potencial de regeneración natural del bosque latifoliado y pino. Así mismo deben realizarse acciones para asegurar la retención de agua en las partes media y alta para disminuir el impacto de las corrientes en el Estero Real, distribuyendo el agua en tierras planas de uso agropecuario. Otra de las zonas de mayor prioridad es el área oeste y norte del complejo volcánico Chonco-Casitas, donde se hace necesario mejorar la cobertura vegetal del suelo, implementar prácticas agronómicas y medidas de protección de suelos, para evitar el arrastre de los suelos hacia las partes bajas del Estero Real y Puerto Morazán. Esta zona presenta cárcavas profundas y un alto nivel de erosión hídrica”.

Es importante señalar que este estudio no tiene por objetivo identificar las fuentes particulares de sedimentación del Estero Real. Como se mencionó anteriormente, muchos son los factores que pueden estar incidiendo en este proceso.

Los resultados de análisis (SST mg/l) realizados a 213 muestras de agua, tomadas mensualmente durante seis años (2007 al 2012), a una profundidad de 30 cm de profundidad de la columna de agua en los tres puntos de muestreo (P1: Parte Alta, P2: Parte Media y P3: Parte baja), indican que la media de SST en el agua del Estero Real es de 172.16 mg/l, con valor máximo de 1,066 mg/l y mínimo de 5 mg/l. (el valor 5 se refiere a cuyo reporte expresa >10 mg/l).

El promedio de datos mensuales de los seis años de muestreo para cada uno de los puntos de muestreo, indican que la presencia de SST incrementa a medida que el punto de muestreo se aleja de la boca del Estero. Como se observa en la Fig. No.5, la Parte Alta, seguido de la Parte Media son los que contiene mayor presencia de SST.

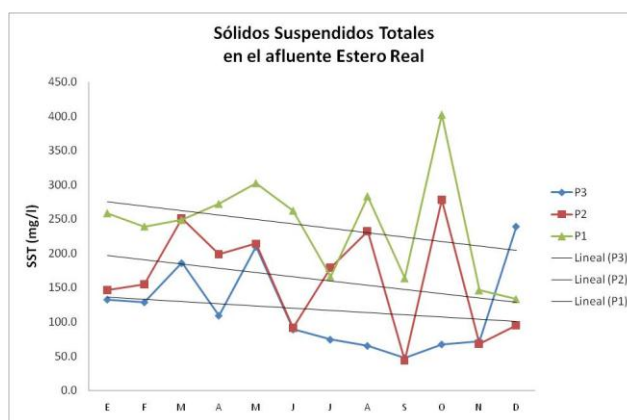


Fig. No.6.Comportamientos de los SST en los tres puntos de muestreo del Estero Real

En esta misma figura, se observa, que los tres puntos de muestreo tienen la misma tendencia de bajar gradualmente, las concentraciones de SST, desde enero hasta diciembre, sin embargo, es evidente los incrementos de SST en los meses de mayor precipitación en la Parte alta (P1) y Parte Media (P2), mientras que la parte baja (P3) incrementa hasta el mes de diciembre.

Como se describió anteriormente, la fuente de SST es multi-causal, sin embargo, es posible que su presencia-ausencia esté directamente vinculada a algunos episodios que pueden influir en una mayor o menor presencia de éste en el Estuario, entre ellos, se pueden mencionar: 1) la influencia de las periodos de mayor lluvia, 2) periodos de vientos fuertes, 3) los periodos de cosecha de las granjas camaroneras y 4) la dinámica de recambio de agua del sistema Estuarino.

Esta zona, al igual que toda la costa pacífica del país, se caracteriza por dos períodos bien definidos: uno seco (noviembre-abril) y uno lluvioso (mayo-octubre), presentándose en este último un período seco (julio-agosto), llamado canícula. Con precipitación promedio anual dentro de la cuenca de 1600 mm (INETER, para el periodo 1971-2000, tomado de GRUN, FAO, MARENA & INPESCA. 2013, p.11).

En el caso de la actividad camaronera, (los cultivos duran de 90 días mínimo, 140 máximo y 120 en promedio) para la siembra-cosecha aplican dos modalidades con dos ciclos productivos por año:

1. Modalidad 1) la siembra del primer ciclo de cultivo se da entre los meses de febrero-marzo y cosecha entre mayo-junio y el segundo ciclo de cultivo la siembra se realiza entre junio-julio y cosecha entre septiembre-octubre.
2. Modalidad 2) la siembra del primer ciclo se da entre mayo-junio con cosecha entre septiembre-octubre y el segundo ciclo inicia en septiembre-octubre y culmina entre enero-febrero.

Según estudio realizado por Curie D. 8 (1994, p. 102), indica que en el Estero, incluyendo las caletas principales al Nivel de Marea Alta Promedio (2.3 metros) tiene un volumen de 245 millones de m^3 , con un volumen de entrada y salida al estero con una marea promedio de 85 millones de m^3 . Esto equivale a que en Puerto Morazán (Parte alta) el tiempo de recambio en la época de verano se calcule en 2 a 6 semanas. Agregando el tiempo de recambio calculado para el Golfo de Fonseca requeriría de 2 a 3 meses en total. Sin embargo, indica el autor que en invierno con el flujo de los ríos el tiempo de recambio es reducido.

En la Fig. No.6., se observó que los picos de incremento de SST se registran principalmente en marzo, mayo, julio-agosto, octubre y diciembre.

Al comparar los gráficos de las figuras No. 7, 8 y 9, se puede presumir que los puntos de la parte alta y media tienen un mayor aporte de SST por efectos de escorrentías y arrastras por viento, mientras que en la estación de la parte baja está más influenciado por la actividad acuícola. Sin embargo, si tomamos nota de lo que sugiere Curie, quien indica que se necesitan entre dos a tres meses para que sea efectivo el recambio el agua de la parte alta con la baja, podríamos presumir, entonces, que el incremento de los SST del punto de la parte baja se debe al incremento de SST en el mes de octubre en la parte alta de la cuenca.

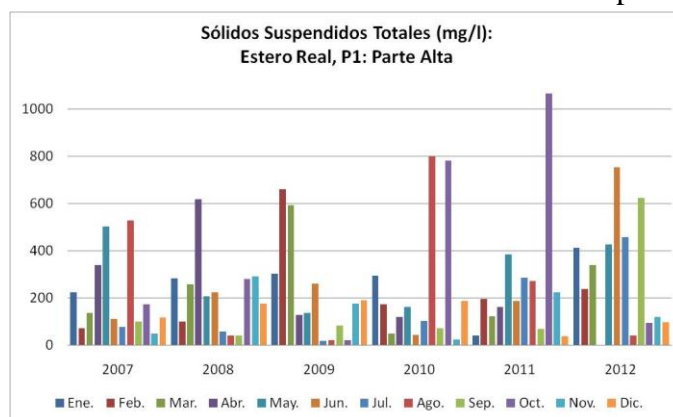


Fig. No.7.Comportamientos de los SST en el puntos 1, de muestreo del Estero Real

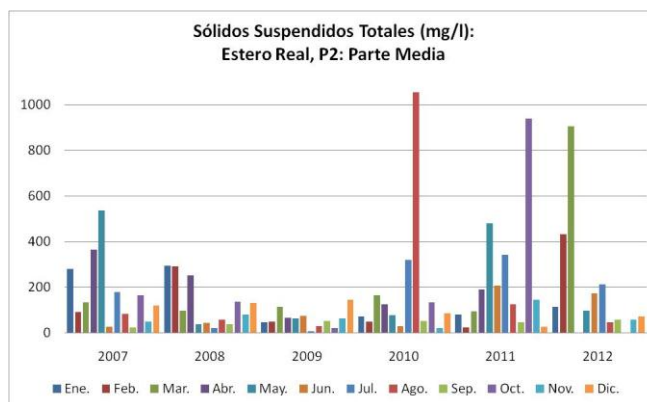


Fig. No.8.Comportamientos de los SST en el puntos 2, de muestreo del Estero Real

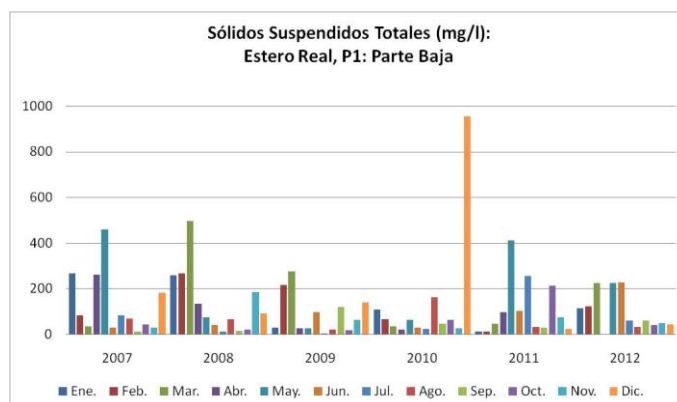


Fig. No.9.Comportamientos de los SST en el puntos 3, de muestreo del Estero Real

El análisis de Control de Calidad de los 213 resultados de SST medidos en los tres puntos del estero con un límite inferior de cero y superior de 150 mg/l, reporta que el 36.6% de las muestras analizadas en los seis años de muestreo, están por encima de este límite de referencia para estuarios de 150 mg/l de SST (no cumple la norma).

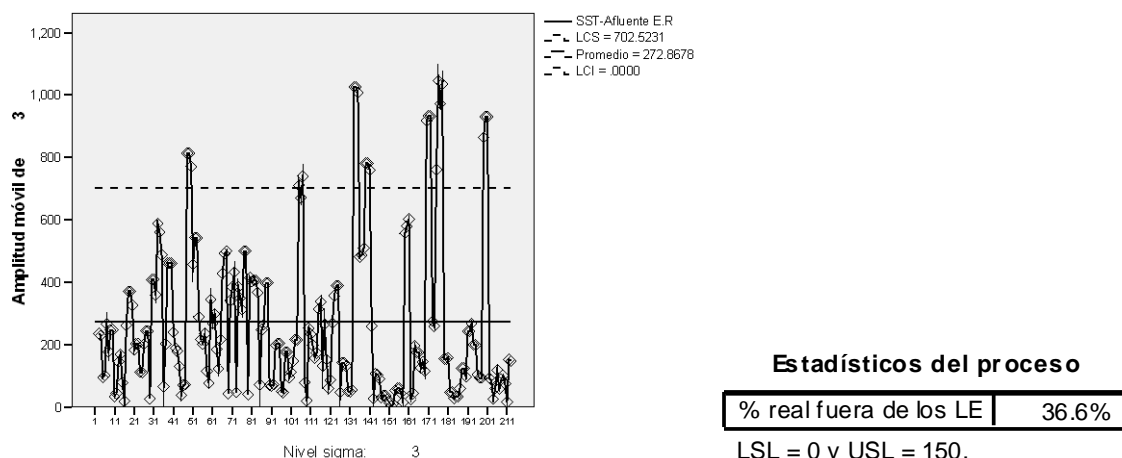
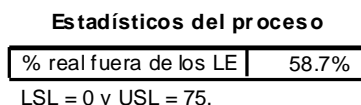


Fig. No.10. Control de calidad de del Afluente. Según Norma de estuario del Pacífico de México reportada por Haws, M & Rojas, A. (2006).

Mientras que el control de calidad con el límite inferior de cero y superior de 75 mg/l de SST para explotaciones pesqueras y uso recreativo, reporta que el 58.7% de los datos sobrepasan este valor, como lo podemos observar en la Fig. No.10., es decir que más de 50% de las muestras no cumplen la norma.



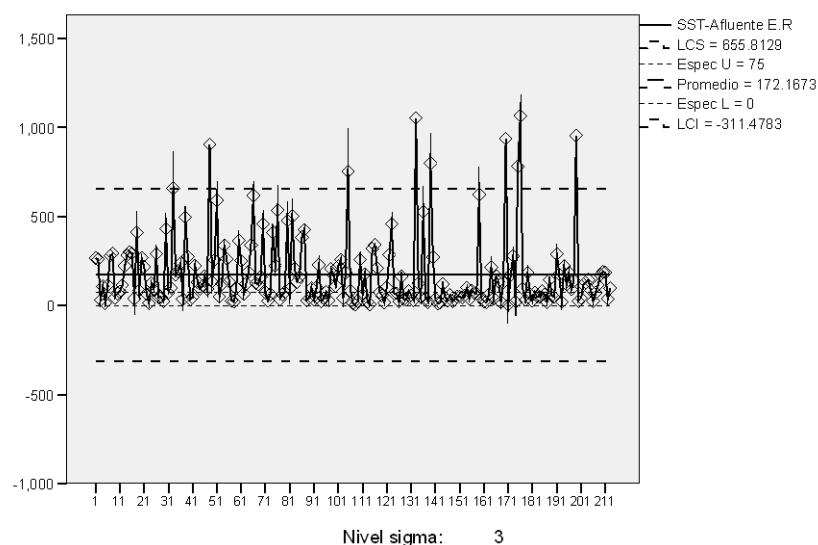


Fig. No.11. Control de calidad de Afluente: Según Norma de explotaciones pesqueras y uso recreativo del Pacífico de México reportada por Haws, M & Rojas, A. (2006).

b) Sedimentación de efluentes de la industria camaronera

El Código Camaronero GRUN et al. (2007, p. 29), indica que las Camaroneras descargan en esteros o lagunas naturales cuando intercambian agua de los estanques y drenan durante la cosecha. Estas descargas pueden contener nitrógeno, fósforo y otros elementos, además de sólidos suspendidos y materia orgánica, en mayores concentraciones del agua que las recibe.

Estas sustancias, según indica el Código, pueden contribuir a la eutrofización, a la sedimentación y al incremento de la demanda del oxígeno disuelto en el estero de descarga. Ocasionalmente, las descargas de las Camaroneras pueden tener concentraciones más bajas de oxígeno disuelto y valores mayores de pH y salinidad que el agua que reciben de los afluentes. Tales condiciones pueden afectar negativamente a los organismos acuáticos y limitar el uso del agua para otras actividades

Para contrarrestar tales efectos se establecieron los estándares para afluentes de la camaronicultura de los parámetros de pH, SST, fósforo soluble, nitrógeno amoniacal, DBO₅, oxígeno disuelto y salinidad. En el caso de los SST, interés de este estudio, se establece un estándar inicial²⁰ de 100 mg/l de SST o menos y un estándar final²¹ de 50 mg/l ó menos. Para ello las empresas deberían realizar muestreos trimestralmente de sus efluentes.

²⁰ Estándar inicial son los valores de calidad de agua registrada durante la certificación.

²¹ Alcanzar los objetivos finales en el plazo de cinco años

Según los resultados de las 213 muestras de SST realizados durante el año dos mil once, año en que inician las primeras certificaciones, reporta valores mínimos de 5 mg/l, máximo de 960 mg/l y promedio 93.48 mg/l de SST. El análisis de control de calidad referido a la norma de estuarios de cero mínimo y 150 mg/l de SST máximo, indica que únicamente el 10.8% de estas muestras sobrepasan este nivel, tal como se puede observar en la fig. No.12

El control de calidad de cero mínimo y 100 mg/l de SST máximos a los resultados del afluente (agua del Estero Real) y del efluente (agua de las granjas), se encontró que además de que el 25.8% de las muestras de agua es de mejor calidad comparada con lo que ingresa, también hay una mejora general, ya que se pasa de un promedio global de afluente de 172.16 mg/l de SST a 102.14 mg/l de SST de los efluentes. Tal como se puede apreciar en la Fig. No. 13 y No.14, en Anexo No.3.

En cambio al aplicar el estándar inicial de la certificación de 100 mg/l máximo de SST en efluentes, se encontró que al iniciar la certificación, únicamente el 24.9% estaban fuera de este límite superior (ver fig. No.15), es decir que más del 75% del agua residual monitoreado cumplía desde ese momento con la norma de emisión de efluentes establecida en el Manual BPAC, tal como se puede observar en la siguiente figura.

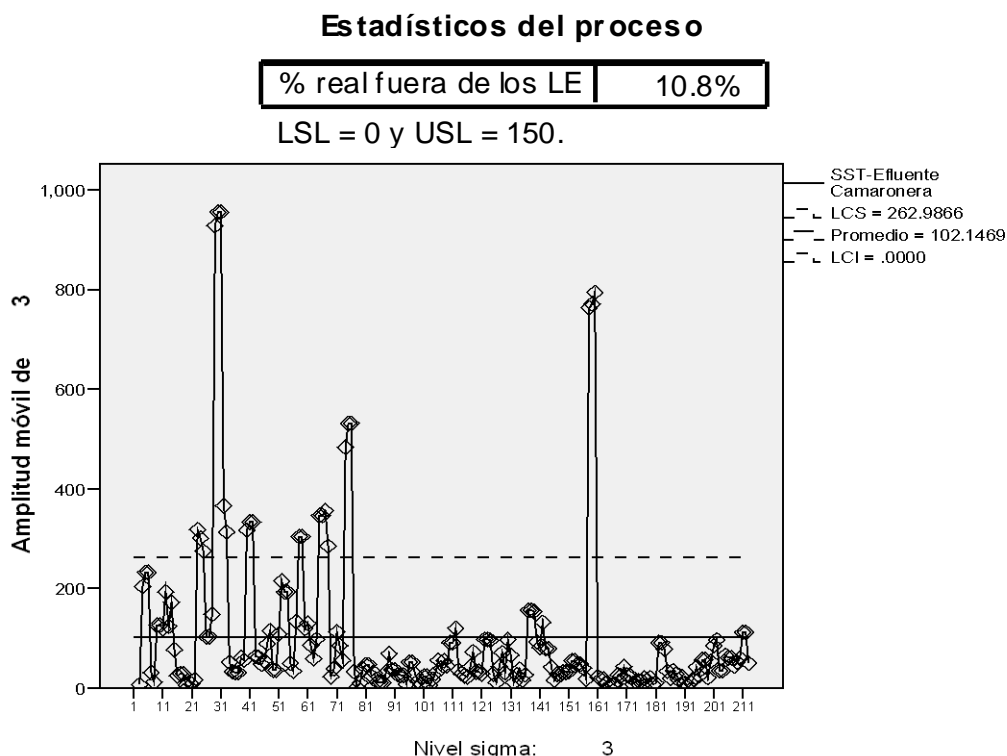


Fig. No.12. Control de calidad de Efluente camaronero, con un límite inferior de " 0" y superior de 150. Según norma de estuario del Pacífico de México reportada por Haws, M & Rojas, A. (2006).

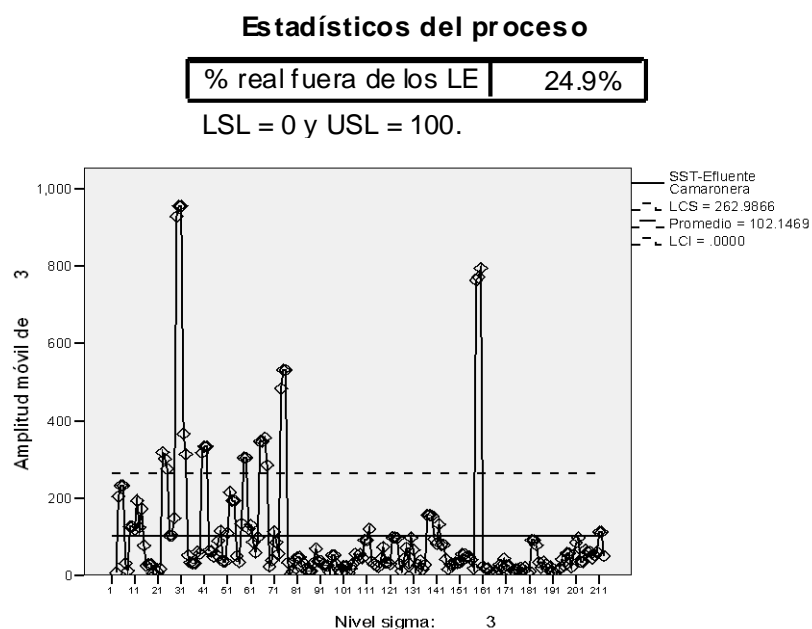
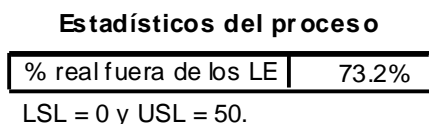


Fig. No.15. Control de calidad de Efluente camaronero. Aplicando el estándar inicial (100 mg/l de SST) de certificación del M anual de BPAC (GRUN & MAGFOR. 2007, p.12). Para el año 2015 la industria camaronera certificada, deberá bajar sus emisiones de SST a 50 mg/l. ya que el 73.2% de las muestras tomadas en el inicio de la certificación no cumplen esa condición.



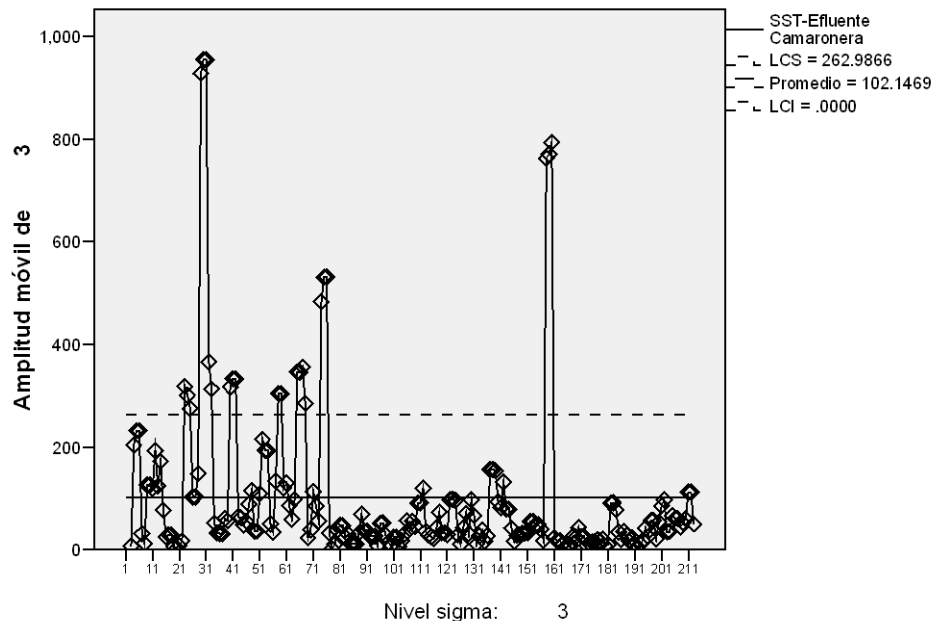


Fig. No.16. Control de calidad de Efluente camaronero. Aplicando el estándar final (50 mg/l de SST) de certificación del Manual de BPAC (GRUN & MAGFOR. 2007, p.12).

Las aseveraciones de que la industria está generando mayor concentración de SST al Río Estero Real, en los resultados no se evidencia, sin embargo, hay detalles técnicos que por sanidad de la industria camaronera la empresa debería de tomar en consideración, como son:

- la representatividad de la muestra, es decir que el número de unidades de muestreo sea representativas para el volumen de agua utilizado (no reglamentado),
- todas las posibles fuentes de variación de la concentración de SST en la granja (está reglamentado que se monitoree de forma trimestral, pero no indica bajo qué condiciones), por ejemplo como son los momentos de no recambio, recambio y de cosecha del camarón, ya que según Boyd Claude E. (2001, p.29) el total de Sólidos suspendidos descargados tiende a ser algo más alto, especialmente en el último 20-25% del agua liberada cuando los estanques son vaciados para la cosecha.

Una medida de reducir las emisiones de SST es mediante la construcción de pilas sedimentadoras, principalmente para agua de cosecha, sin embargo, el Manual de BPAC GRUN & MAGFOR (2007, p.11) únicamente indica su existencia para nuevas construcciones camaroneras, “se deben instalar una poza de sedimentación para recoger el lodo que se descarga en el drenaje, particularmente en temporada de cosecha, tal sedimentador debe representar aproximadamente, en superficie, una tercera parte del área

total de los estanques de engorde”, desafortunadamente esto reduce las oportunidades de mejora, ya que mucha de la infraestructura productiva ya existía previo a la aprobación del manual.

6.3. Fuentes potenciales de valoración económica de costos ambientales de la producción camaronera en el Río Estero Real

El agua del Estero Real, cumple función de afluente y receptor de efluentes de la industria camaronera. En términos de valoración económica ésta provee a la industria camaronera la función de “Bienes de capital” y “Bienes de producción”, según la definición de Benavides Muñoz (2008, p.10).

De acuerdo a clases de flujos de bienes y servicios provistos por los recursos naturales y ambientales definido por Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f, p.4), en este caso el agua ocupa la función de “Fuente de recursos productivos”, “Sumidero de residuos” y “Fuente de utilidad”. Por tanto, se pueden medir en función de su productividad marginal a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan, aunque éste sea un bien de capital natural público, tal como lo clasifica Benavides Muñoz. H. (2014).

El agua del Río Estero Real, que es utilizada por la industria camaronera, se lleva hasta el sitio de producción a través de sistema de suministro de agua (estación de bombeo) ubicados ya sea en el estero principal, los esteros primarios o esterillos secundarios y para la descarga se hace a través de canales al estero principal, los esteros primarios o esterillos secundarios, en algunos casos, cuando las condiciones lo permiten la descarga se hace en un ramal del estuario diferente al de la toma de agua.

Según Campos D. (2010) en el Estero Real el 91.45% del área de producción del sistema semi-intensivo es utilizado para engorde, y sólo el 0.29% para sedimentación.

Un estanque de cultivo de camarón en promedio opera con 80 cm de columna de agua, hace recambio promedio entre un 10% y 20% de la columna de agua en todo el ciclo, tanto por efectos recambio, para mejora de la calidad del agua, como para recuperar niveles perdidos por filtración y/o evaporación, esto equivale a un estimado de entre 8,800 m³ a 9,200 m³ de agua extraídos del Río Estero Real por cada hectárea de cultivo de camarón por ciclo de cultivo.

Esto equivaldría a un uso de agua por ciclo de producción semi-intensivo de toda la industria de aproximadamente 83 millones de metros cúbicos de agua del Estero por ciclo

productivo, según las hectáreas de espejo de agua de la tabla No.3. Este volumen de agua es retornado al estero en forma de agua residual²² de la industria camaronera al Estero.

Desde una perspectiva macroeconómica según indica Jasch C. (2002, p.16), *“el precio de la escasa materia prima, la contaminación y la disposición de desechos no reflejan su verdadero valor y costo para la sociedad. Los peligros para la salud, los reclamos por sitios contaminados, etc., son costos ambientales generalmente no generados por el que contamina sino por el público en general”*. En nuestro país, las empresas no siempre ven en los instrumentos de gestión ambiental, la importancia que éstos tienen para delimitar responsabilidades, muchas veces terminan aceptando responsabilidades que no le atañen por el simple hecho de no contar con la información real de sus impactos, sean estos positivos o negativos.

La industria camaronera del Estero Real, dentro de su contabilidad de costos no tiene claramente identificados los costos ocurridos en relación con el daño (costos externos) y la protección ambiental (costos internos).

En términos generales y de acuerdo al marco jurídico que rige a la actividad acuícola y en especial al Estero Real, se pueden identificar diversas fuentes de generación de costo ambiental tanto desde el enfoque de tratamiento, como de la prevención. Estos resultados lo evidencian las encuestas respondidas por tres empresas (las tres representan más del 50% del área total en producción semi-intensivo).

Según la legislación ambiental nacional, la industria debe cumplir los requisitos que establece la Ley General del Ambiente, el sistema de concesionamiento, las normas de vertido, la Ley de Áreas Protegidas (Plan de Manejos del Estero Real, Código de ética Camaronera, Manual de Buenas Prácticas Acuícola y Trazabilidad, el Plan de Manejo del Enfoque Ecosistémicos de la Pesca y Acuicultura, etc.); el Marco Jurídico Normativo en virtud del Derecho Internacional entre ellos el Código de Pesca Responsable y la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar).

Las normas ambientales relativas al intercambio comercial, por ejemplo, la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés), demanda el cumplimiento de una serie de requisitos referidos al Sistema de Gestión Ambiental, Evaluación Ambiental, Programa de Manejo, Capacidad organizativa, Capacitación, Participación de la

²² Aguas residuales: Son aquellos desechos que resultan de la utilización de agua en actividades domésticas, comerciales, industriales, agrícolas y pecuarias y en general de cualquier uso, o mezcla de ellos, asimismo, las que se alteran o modifican su calidad, presentando características físicas, químicas o biológicas que afecten puedan afectar los cuerpo receptores en donde se vierten (GRUN-ANA. 2013., p.23)

comunidad, Supervisión, Rendición de informes, Protección y Conservación de la biodiversidad, Manejo y aprovechamiento de recursos naturales renovables.

En el estudio “Efectos ambientales producidos por la camaronicultura en el norte de Sinaloa, México” realizado por González Ocampo H. (2010, pp.14), al aplicar el Índice de Sustentabilidad, concluye que la adversidad del efecto de la camaronicultura está en dependencia del tamaño de la granja, también indica que durante la etapa de preparación, el desmonte (despale) genera efectos adversos sobre la flora y fauna terrestre, esto principalmente porque no cuentan con el tiempo suficiente para migrar a los sitios aledaños y en algunos casos algunos organismos son territoriales por lo que el desplazamiento de individuos repercute directamente en las poblaciones de estas especies.

Durante la etapa de operación, indica el autor, se producen otros de los efectos adversos más importantes, sobre la calidad del agua costera por la descarga directa de los efluentes con alto contenido de materia orgánica y químicos; sobre el ambiente biótico por la liberación accidental de postlarva enferma; y sobre las características Físico-químicas del suelo por el uso del agua de mar como sistema de cultivo. En la etapa de abandono los efectos adversos se presentan por las características fisicoquímicas de los suelos modificadas por la acidificación y la salinización.

En una valoración económica de daños ambientales, todos estos aspectos deben ser evaluados, lo cual no es una tarea fácil; Los humedales, el manglar, el agua salobre, la biodiversidad afectada, etc., son bienes públicos y no se cuenta con precios de mercado que refleje su verdadero valor. Sin embargo, el avance en los métodos de contabilidad ambiental ha permitido tener indicadores monetarios del medio ambiente en el bienestar social, así como también, poder valorar las alteraciones desfavorable en el medio natural provocada por una acción o actividad económica como lo indican varios autores.

Como sabemos, la industria camaronera de Nicaragua hace uso de un activo ambiental, que prevé importantes servicio ecosistémico²³ al territorio, como son los ecosistemas estuarinos ¿Cuál es su valor? De esto nos da algunas luces Molina Bravo E & Serrano Zambrano E. (2004, p.88), en su estudio “Metodología para la valoración económica ambiental (valor existencia) de la Reserva Ecológica “Manglares Churute” de Ecuador, reporta que en un año una familia está dispuesta a pagar por el No uso del manglar un promedio \$7,85, lo cual, indica el autor, se ajusta a lo reportado por otros autores quienes reportan valores que fluctúan entre 0.03 y 10.4 dólares por hectárea por año.

²³ Regulación del clima, agua, de disturbios, control de erosión y retención de sedimentos, formación de suelos, reciclado de nutrientes, tratamiento de desechos, polinización, control biológico, refugio, producción de alimentos, recursos genéticos, materias primas, recreación, cultural (Osorio Múnera J.D. & Correa Restrepo F. (sf, pp. 168-169)

Este mismo ecosistema también es utilizado como receptor o sumidero de desechos de la industria camaronera, principalmente de fósforo y nitrógeno (Boyd Claude E. 2001, p.29). ¿Qué valor tiene esta función del Río Estero Real? Aún no es conocido, sin embargo, se podría saber si conociéramos cuanto la sociedad está dispuesta a pagar por la depuración del agua. En Suecia según indica Buschmann Alejandro, López Daniel, Troell Max & Nils Kautsky (1995, pp. 80-81) el costo para reducir un kilo de nitrógeno varía entre 6,4 y 12,8 dólares, en tanto que el costo para reducir un kilo de fósforo varía entre 2,6 a 3,6 dólares.

Cuál es el valor que le da la población Nicaragüense al Ecosistemas Estuarino del Río Estero Real? Es un dato que no existe, ni es alcance de este estudio. Sin embargo, es importante, ante cualquier intento de valoración, distinguir qué elementos interviene en el valor total del recurso y sobre todo estar claro que la valoración de los bienes y males ambientales se basa en el concepto de disposición a pagar o a aceptar, junto a las medidas monetarias de la variación compensatoria y la variación equivalente, tal como lo expresan Cano Capurro A.M & Cabello González J.M (1995, p.60-61).

La actividad camaronera en el Estero Real, según indica Bravo Moreno, J.R. (2013), es parte de la dinámica territorial de su entorno, en el cual destacan otros productores, más organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, y demás de carácter civil religioso o político. Esta dinámica la resume Bravo en la fig. No.13.

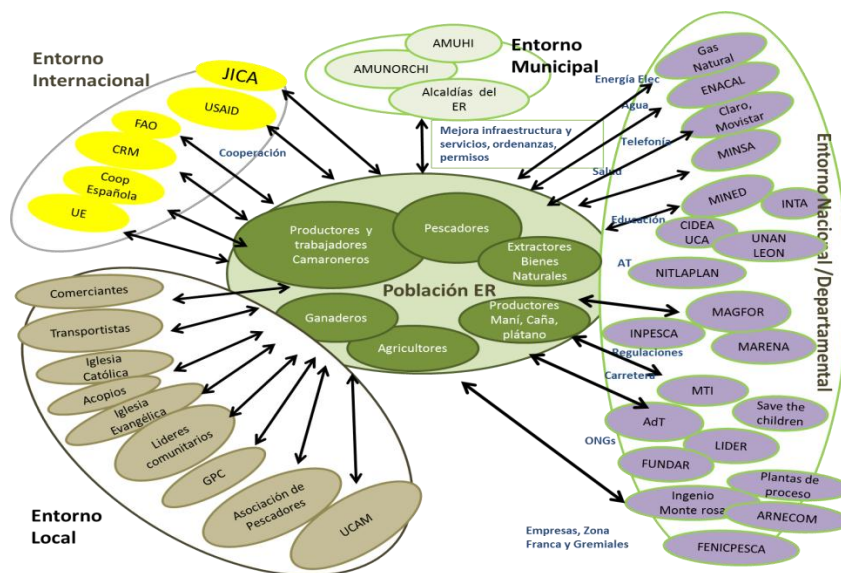


Fig. No.17. Análisis de actores del Estero Real, tomado de Bravo Moreno, J.R. (2013).

Bravo en su estudio de la coalición camaronera, indica que la industria camaronera llegó para quedarse en el territorio, fundamentando su afirmación en tres aspectos; su actitud frente a las crisis ambientales, patológicas y cumplimiento de normativas de exigencia

nacional e internacional. Desde un análisis de economía territorial, esto podría presumir que la industria camaronera del Río Estero Real, se mueve entre su interés de alcanzar una competitividad privada y mantener los rasgos de una competitividad del territorio donde se encuentra instalada.

Según Sepúlveda, et al. (2003, p.81) el paso de la competitividad privada a la competitividad territorial, en términos económica se logra cuando los agentes son capaces de producir y mantener el máximo de valor agregado en el territorio mediante el refuerzo de los vínculos entre sectores y haciendo que la combinación de recursos conduzca a la conformación de activos que valoricen el carácter específico de los productos y servicios locales y desde el punto de vista ambiental se da cuando los agentes son capaces de valorizar su entorno, reconociéndolo como un elemento distintivo y garantizando, al mismo tiempo, la conservación y la renovación de los recursos naturales y patrimoniales.

Costos privados de la producción camarones en el Río Estero Real: La contabilidad de costos (egresos/ingresos) del cultivo semi-intensivo de las empresas camaroneras en este estudio de caso, reportan una inversión de alrededor de US\$7,500.00 por hectárea en infraestructura productiva (ver tabla No.4) y US\$8,500.00 dólares en costo de producción por hectárea (ver tabla No.5) generando un costo de US\$1.07 dólares/libras de camarón entero.

Tabla No. 5. Inversión por hectárea para la producción semi-intensiva de camarones Litopenaeus vanamei en el Estero Real (Empresa estudio de caso, referido a 50 hectáreas de producción).

Descripción	Inversión estimada para 50 hectáreas U\$
Obras civiles	181,376.00
Equipos	27,003.00
Mobiliario y Equipo de oficina	1,290.00
Enseres	470.00
Equipos motrices	4,778.00
Terrenos en concesión	160,000.00
TOTAL	374,917.00

*Tabla No. 6. Costos de producción semi-intensiva de camarones *Litopenaeus vanamei* en el Estero Real. (Empresa estudio de caso, referido a 50 hectáreas de producción).*

Descripción	Costo estimados para 50 hectáreas U\$
Materia prima	367,612.00
Mano de obra directa	710.00
Materiales y suministros indirectos	5,408.00
Mano de obra indirecta	5,991.00
Depreciación	7,887.00
Amortización de concesión	4,000.00
Gastos de operación	8,528.00
TOTAL	400,130.00

Según Campos D. (2010) el costo de producción estimado de país para el sistema semi-intensivo es de US\$ 2070.2 dólares/hectárea, con un costo de US\$1.1 dólares/libra entero de camarón, lo cual es equivalente a lo reportado por la empresa. Sin embargo, si estimamos un costo de maquila de US\$0.45/libras, el costo de producción por hectárea incrementa a US\$2,920 dólares/hectárea, es decir US\$1.55 dólares por libra de camarón producido.

Sin embargo, en cuanto a productividad Campos D. (2010), reporta rendimientos de 1,882 libras/ha/ciclo, mientras que en el caso de estudio reporta rendimientos de 7,500 libras/ha/ciclo, lo cual en término de productividad, se trata de una empresa que invierte más en costos de producción, pero su rendimiento productivo es mayor.

Según la contabilidad de costos de producción, el costo de US\$/lb/ciclo tanto nacional como el del caso de estudio, no incluye o al menos no lo identifica, el valor de uso del ecosistema, el costo de depuración del agua, ni cualquier otro costo ambiental o social que los individuos estén dispuestos a pagar por un determinado bien ambiental, o por un proyecto de mejora de la calidad ambiental, es decir los costos externos de la producción camaronera. Según Buschmann Alejandro, et al (1995, p.81) en su estudio de internalización de costos ambientales en un cultivo de salmonídeos en Chile, indica que los costos totales se incrementan entre un 15% y un 57%, dependiendo del tipo de alimento o de la eficiencia de conversión del mismo.

6.4. Valoración económica del costo ambiental de la sedimentación del agua del Estero Real internalizado por la industria camaronera del Río Estero Real.

Según los resultados de la encuesta, los niveles de sedimentación del agua del Estero Real, medidos a través de los SST y Sólidos Sedimentables (SS), constituyen una calidad de agua no adecuada para el cultivo de camarón *Litopenaeus vanamei*. Según indica Boyd C. (2001,

p.10) cuando la turbidez del agua es resultado de partículas suspendidas de suelo, la productividad será baja.

Costo que invierte la industria camaronera para disminuir la sedimentación del agua usada en su sistema productivo: (Costo por Reposición)

El agua del Estero no es bombeada directamente a los estanques de cultivo, cada granja cuenta con reservorios de agua o canales de sedimentación. Los reservorios, además de disponer de agua durante periodo de marea baja, sirven como sedimentadores. Una vez que el agua entre al sistema se requiere como mínimo seis horas para que el agua pueda ser transferida al sistema de estanquería de cultivo.

En términos porcentuales del total de hectáreas construidas, en una granja de producción camaronera bajo sistema semi-intensivo, el 6 ó 7% de éstas corresponden a los reservorios. Según Campos D. (2010), en Nicaragua existen 869.62 hectáreas construidas para reservorio en el sistema semi-intensivo.

Al relacionar las hectáreas construidas de reservorio con los costos de construcción, según la empresa caso de estudio, que reporta costos de US\$3,627.52/hectárea, podemos cuantificar activos fijos para el manejo de sedimentación equivalente a US\$3,154,565.31 para el sistema semi-intensivo; Por doble propósito habría que valorar en términos de importancia, cuál es el valor idóneo según la utilidad, si como reservorio o como sedimentador.

Por tanto, costo por reposición, los podemos identificar en:

- la inversión que la industria hace en la amortización de depreciación de la infraestructura por un periodo de veinte años, con un costo anual estimado de toda la industria de US\$157,728.27; Si, por su doble propósito le imputamos únicamente el 50% al efecto de sedimentador tendríamos un equivalente a US\$78,864.13.
- el costo por análisis para determinar los niveles de SST, SS y turbidez, realizados mensualmente por la industria camaronera en catorce estaciones de muestreo en el Río Estero Real tienen un costo de US\$ 3,041.52 anuales.
- el costo de análisis de afluentes que realizan las empresas para monitorear los niveles de SST y SS que entran al sistema de producción (según lo mandata el Plan de Manejo de la Reserva inciso (o), página 86. Monitoreo trimestral), aunque es difícil cuantificar, sin embargo, si estimamos que el 50% del total de las unidades productivas (388 según inventario de INPESCA. 2010) realiza al menos dos análisis (uno por ciclo de cultivo), por un costo unitario de cada análisis de US\$8.64 SST y

US\$6.04 SS, más el costo de muestreo US\$200, obtenemos un estimado de US\$80,835.92 invertidos en análisis de la sedimentación del agua. Si se realizaran los cuatro reglamentados por todas las empresas en funcionamiento, el costo incrementaría en un 412%

De acuerdo a estos costos, en resumen, podemos estimar que la sedimentación del Río Estero Real internalizado anualmente por la industria camaronera, según el método de Costo de Reposición para reducir los SST a los niveles que no afecte el cultivo de camarón es de aproximadamente US\$162,741.94.

Costo que invierte la industria camaronera para evitar la sedimentación del agua del Estero Real: (Costo Evitado)

En el año 2010 Campos D. reportó la existencia de 26 hectáreas construidas para sedimentadores, esto nos genera un primer valor de internalización de costos por un monto de US\$6,888.66 equivalentes a costos anuales de depreciación de los activos fijos.

El segundo valor de internalización, es el costo de análisis de efluentes de la variable SST, según lo establece el Manual de BPAC de forma trimestral (p.12). Si estimamos que el 25% de las empresas camaroneras realizan al menos un análisis de forma trimestral, como es exigido, se obtiene un costo por análisis de US\$80,952.32

De acuerdo a estos costos, en resumen, podemos estimar que la sedimentación del Río Estero Real internalizado anualmente por la industria camaronera, según el método de Costo Evitado, es decir reducir las emisiones de SST y monitorear, es de aproximadamente US\$87,840.98

Esto equivale a que actualmente la sedimentación del agua del Río Estero Real, internalizado por el sistema de producción semi-intensiva de camarones *Litopenaeus vannamei* por la industria camaronera (13,159.03 hectáreas) tiene un costo ambiental anual de US\$250,582.92, esto representa en su estructura de costos el 0.46% del promedio de país.

En sistemas de cultivo de alto rendimiento productivo, como es la empresa del caso de estudio, la participación porcentual del manejo del sedimento en la estructura de costos es de 0.12%.

Como se mencionó anteriormente, para el año 2015 la industria camaronera certificada, deberá bajar sus emisiones de SST a 50 mg/l. ya que el 73.2% de las muestras tomadas en el año 2011 no cumplían esa condición. Si para cumplir esta norma fuera necesario

construir sedimentadores, eso equivaldría a que el sistema de cultivo semi-intensivo estaría internalizando según el Método de Costos Evitados US\$715,201.20

Así mismo, si al menos 194 unidades productivas cumplieran con la norma de monitoreo de SST un análisis trimestral en efluentes y afluentes, esto generaría un costo de US\$323,809.28

La suma de ambos tipos de costos, representa un costo ambiental anual de la sedimentación del agua del Río Estero Real de US\$1,039.010.48. Representando esto el 1.88% de los costos de producción de camarón bajo el sistema semi-intensivo del país.

Efectos de la internalización de costos ambientales para el manejo del sedimento en la rentabilidad del cultivo de camarones en el Estero Real.

Con base a los datos costos de producción (1.1 US\$/l), rendimiento (1882 lb/ha) y hectáreas en aprovechamiento (12,034 ha) proveídos por Campos D (2010), más los costos de maquila (US\$0.45/lb) con dos ciclos de cultivo por año, se estima una rentabilidad del sistema de producción semi-intensivo para el país de 29.03%. En los cuales ya están incluidos los costos actualmente internalizados para el manejo de la sedimentación equivalentes a US\$250,582.92 (US\$162,741.94 Costo de reposición + US\$87,840.98 Costo evitado).

En el supuesto, que la industria se vea obligada a tener que construir sedimentadores para poder bajar los niveles de SST a 50 mg/l y realizar todos los monitoreos de afluentes y efluentes, tal como lo exige la norma, el costo de producción por hectárea sería de US\$2,980 dólares/hectárea, bajando la rentabilidad a 28.73%.

Según Freeman (1993) citado por Mendieta López J.C. (2000, p.25) indica que cualquier política pública tendiente a incrementar el flujo de un servicio incrementará el valor presente de éste, lo cual se ve reflejado en los resultados, donde a medida que se incrementa la inversión en cumplir las normas de monitoreo y de retención de sedimentos incrementa el costo ambiental de la calidad de agua.

Los daños causados por la contaminación y otras formas de intervención humana sobre los recursos naturales y ambientales pueden generar reducciones en el valor de los flujos de bienes y servicios provistos a la sociedad, según indica Mendieta López J.C. (2000, p.25). En el caso de la sedimentación del agua del Estero Real, como vemos, ha perdido valor del servicio que presta a la industria camaronera, llevando a que ésta deba invertir en los costos de reposición de la calidad, si bien estos costos continúan siendo manejable por la industria, en la medida que estos incrementen, podría incidir en una pérdida de interés de uso del bien que presta el ecosistema estuarino para la industria camaronera.

Si bien, la participación porcentual de los costos de sedimentación del agua del Estero Real son bajos, en la estructura de costos de la producción semi-intensiva de camarones, estos sólo constituyen un elemento de muchos otros costos ambientales (apartado 4.2) que la industria debe internalizar por efecto del cumplimiento del marco jurídico nacional e internacional que rige la actividad acuícola y el intercambio comercial de sus productos.

Es importante señalar que el desarrollo desde un enfoque territorial, busca fundamentalmente la integración de espacios, agentes, mercados y políticas públicas de intervención, y, en este sentido, promueve la unión de los territorios rurales, su revitalización y reestructuración progresiva y la adopción de nuevas funciones (Sepúlveda, et al.2003, p 70). Lo cual es imperativo tener presente ante el cumplimiento de la Ley General de Agua Nacionales (Ley No. 620), la conservación de la cuenca hidrográfica y preservación de los bienes y servicios que presta el Río Estero Real para el desarrollo económico de la industria acuícola del país y para las comunidades, donde el Estero Real es su principal activo ambiental, económico, social y cultural.

Por tanto, medidas o canon (Art.87: Ley 620) que se le establezcan por el uso del agua del estuario (Art. 9, inciso b; Art. 10, inciso b y c) debe garantizar la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para una permanente protección y conservación que garantice un buen desempeño de la cuenca (Arto.94), lo que a su vez estaría cumpliendo con el Plan de Manejo del Área Protegida Estero Real, que indica:

“Subprograma restauración y manejo de cuencas hidrográficas: tiene por objetivo diseñar validar y desarrollar metodologías para el manejo y restauración de las cuencas hidrográficas en la Reserva, promoviendo el desarrollo de prácticas agroecológicas, plantaciones forestales, técnicas de conservación de suelo y agua y el aprovechamiento de cultivos no tradicionales adecuados a las condiciones ecológicas de la zona, para incrementar los ingresos económicos de los comunitarios, fomentando la restauración de áreas degradadas”(MARENA. 2006,93).

7- Conclusiones

La institucionalidad formal para el desarrollo de camaronicultura en el Río Estero Real y para la protección ambiental proporcionan la base para la definición de indicadores que permitan identificar y determinar las diversas fuentes de generación de costo ambiental, tanto desde el enfoque de tratamiento, como de la prevención de las actividades económicas y sociales que se realizan en el Río Estero Real.

Los niveles de Sólidos Suspendidos Totales del agua del Río Estero Real no son adecuados para la producción de camarón *Litopenaeus vannamei* bajo el sistema semi-intensivo, esto hace que la industria camaronera tenga que aplicar tecnología para disminuir las concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales (SST), teniendo un costo anual de US\$162,741.94 internalizados en el diagnóstico, la retención de sedimento del afluente y la depreciación de la infraestructura diseñada para mejorar la calidad de agua (costo de reposición) requerida para la producción.

El manejo de los Sólidos Suspendidos Totales en la producción semi-intensiva de camarones *Litopenaeus vannamei*, le representa a la industria camaronera del Río Estero Real un costo anual de US\$87,840.98, internalizados en el diagnóstico de SST y la depreciación de la infraestructura diseñada para la retención de sedimentos de los efluente (costo de evitado) de la producción del camarón.

La industria camaronera del Río Estero Real que trabaja con el sistema semi-intensivo, anualmente está internalizando, US\$250,582.92 para disminuir los niveles de Sólidos Suspendidos Totales en el afluente y efluentes, representa éste el 0.46% de su estructura de costo. Sin embargo, para poder cumplir con la norma de efluentes de 50 mg/l de SST, se estima la necesidad de invertir aproximadamente US\$1,039.010.48, lo cual representa el 1.88% en su estructura de costos.

Con la internalización de costos ambientales que representa el 0.46% de la estructura de costos la industria camaronera que trabaja con sistema semi-intensivo de camarones *Litopenaeus vannamei*, se tiene una rentabilidad del 29.03%. La aplicación de tecnología para lograr cumplir la norma de efluentes a 50 mg/l de SST puede implicar una reducción de su rentabilidad en un 0.3%.

La internalización de costos para el manejo de la sedimentación del afluente y efluentes de la industria camaronera en el Río Estero Real, constituyen un elemento de los diversos costos ambientales que se están internalizando para cumplir normas nacionales e internacionales. Por tanto, la aplicación de incentivos en el uso del agua (ej. Ley 620) deben ser analizados desde un enfoque territorial, donde se permita la integración de los espacios, agentes, mercados y políticas públicas de intervención, que garanticen un uso eficiente de los bienes y servicios que presta el Río Estero Real para el desarrollo económico de la industria camaronera y las comunidades, donde el Estero es su principal activo ambiental, económico, social y cultural.

8- Recomendaciones

Academia:

- Realizar estudios que permitan identificar e internalizar todos los costos sociales y ambientales de las actividades económicas que se desarrollan en el Río Estero Real.

Industria camaronera:

- Identificar dentro de su estructura de costos (egresos/ingresos), los costos de protección ambiental que incluyen costos de prevención, disposición, de planeamiento, de control, el entendimiento de acciones y la reparación de daños que pueden ocurrir en la empresa y afectar al gobierno y a la gente. Esto les permitirá saber cuánto están invirtiendo, demostrar su responsabilidad y vislumbrar opciones de mejora.
- Diseñar sistema de monitoreo que involucren todas las posibles fuentes de variación de la concentración de SST y la representatividad de la muestra, esto generará información más precisa para la toma de decisiones en el manejo de sus efluentes.

Actores de la cuenca del Estero Real:

- Establecer y poner en funcionamiento el Comité de Cuenca de la cuenca 60 y el Plan de Manejo con miras a la preservación y conservación de los recursos hídricos de la cuenca.
- Establecer indicadores (rango permisible) de Sólidos Suspendidos Totales (SST) para estuarios.

9. Bibliografía

- Benavides Muñoz Holger (2008). *Valoración ambiental del agua como parámetro de eficiencia en la gestión integral del recurso*. Centro de Investigación en Ingeniería Hidráulica y Saneamiento (CIIHS) de la Unidad de Ingeniería Civil, Geología y Minas (UCG), Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador.
- Benavides Muñoz Holger (2014). *Comunicación e-mail*. Doctor, Coordinador de Titulación de Ingeniería Civil, Docente Investigador de Recursos Hídricos Departamento de Geología, Minas e Ingeniería Civil, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Boyd Clude E. (2001). *Consideraciones sobre la calidad de agua la calidad del agua y del suelo en cultivo de camarón: Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamericana*: Universidad Centroamericana, Managua.
- Bravo, Moreno J.R. (2013). *La Coalición camaronera en el noroccidente de Nicaragua: Un aporte al desarrollo del territorio*. Tesis de Maestría. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua.
- Buschmann Alejandro; López Daniel; Troell Max & Kautsky Nil. (1995). *Evaluación de la internalización de los costos ambientales: el caso de la acuicultura en Chile*,

- presentada en el 5o Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, organizado por Cipma en Temuco, 1995. Departamento Acuicultura, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile. Department of Systems Ecology, Stockholm University, Stockholm, Sweden.
- Campos, Douglas. (2010). *Camaronicultura en el Estero Real*. Presentación en Taller "Enfoque Ecosistémico". Chinandega.
- Cano Capurro A.M & Cabello González J.M (1995). *La valoración e internalización de los costos ambientales*. Departamento de Economía Aplicada (matemáticas) Universidad de Málaga, España.
- Cavalcanti Rachel Negrão. (1995). *Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*", Volumen I: *Instrumentos reguladores y económicos utilizados para la gestión ambiental*: UNESCO.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) & Instituto de Desarrollo Rural (IDR). (2000). *Estrategia para el Desarrollo y conservación del Río Estero Real Nicaragua. Informe técnico*: Turrialba, Costa Rica.
- Curie, D.J. (1994). Ordenamiento de la camaronicultura Estero Real, Nicaragua. Informe. Proyecto: Fortalecimiento de la Acuicultura. PRADEPESCA. Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano. Unión Europea-OLPESCA.
- DRAE. (2001). *Diccionario de la lengua española: Es la obra de referencia de la Academia*. (22.^a).
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) & Instituto de la Pesca y Acuicultura (INPESCA). (2011). *Anuario Pesquero y Acuícola 2011*. Managua, Nicaragua.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), Alcaldías y la Industria Camaronera (ANDA). (2007). *Código de Conducta Técnico, Social y Ambiental Responsable para la camaronicultura en Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), Ministerio Agropecuario y Forestal. *Manual general de buenas prácticas acuícolas: Camarón*. Apoyo a la producción de alimentos sanos para la exportación. PAICEPAN. Managua, Nicaragua.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Ley general de aguas nacionales*. Ley 620 y Reglamento de la Ley General de aguas Nacionales Decreto No. 44-2010. Managua, Nicaragua.
- González Ocampo H. A. (2010). *Efectos ambientales producidos por la camaronicultura en el norte de Sinaloa*, México: Ra Ximhai Universidad Autónoma Indígena de México.
- Grupo de Trabajo Humedales-Nicaragua. (2010). *Ficha informativa de los humedales Ramsar: Deltas del Estero Real y Llanos de Apacunca*. Managua, Nicaragua.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (s.f) Subsistema de Información, Módulo Físicoquímico Ambiental MFQA de la base de datos Oracle. Subdirección de Hidrología. Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental. Columbia.
- Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) (2010). *Mapa de derechos de acuicultura en el Estero Real, Nicaragua*.
- Jasch Christine (2002). *Contabilidad de gestión ambiental principios y procedimientos. Título original: Environmental Management Accounting Procedures and Principle.s* Univ.Doç.Mag.. Institute for environmental management and economics. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, IÖW, Wien
- Keitel, Becerra; Elizabeth, Gómez; Grisel, Pérez & Reynier, Reyes (2011). *Cómo calcular los costos medioambientales? Caso: Empresa gráfica de Cienfuegos. Visión de Futuro*” Año 8, Volumen N°15, N° 2, Julio - Diciembre 2011 <http://www.scielo.org.ar/pdf/vf/v15n2/v15n2a01.pdf> [19/01/2014].
- Labandeira, Xavier; León Carmelo J. & Vázquez María Xosé. (2007). *Economía ambiental*. Madrid: Pearson educación.
- LEADER, (1999). *La competitividad territorial. Construir una estrategia de desarrollo territorial con base en la experiencia de LEADER. “Innovación en el medio rural”* Cuaderno n° 6 - Fascículo 1.Observatorio europeo.
- LEADER, (2000). *La competitividad medioambiental. Construir una estrategia de desarrollo territorial con base en la experiencia de LEADER. “Innovación en el medio rural”* Cuaderno n° 6 - Fascículo 3.Observatorio europeo.
- Linares Llamas, P. & Romero López C. (s.f). *Economía y medio ambiente. Herramientas de valoración ambiental*. Universidad Pontificia Comillas y Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Mahone, Tim. (1999). *Gestión de Cuencas Hidrográficas para la Reconstrucción post-Mitch: Cuestión de Escala*. USAID. Stockholm, Sweden. Consultado el 18 de enero de 2013. http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_4esp.htm
- Mendieta Juan Carlos. 2000. *Economía del Medio Ambiente – 39404. Programa de Magíster en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales*. Universidad de los Andes Facultad de Economía. Santa Fe de Bogotá.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). Dirección de Recursos Hídricos y Cuencas Hidrográfica. (2010). *Caracterización de la cuenca No.60 Estero Real. Nicaragua*.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Dirección General de Áreas Protegidas. (2006). *Plan de manejo del Área Protegida Reserva Natural Delta del Estero Real*. Managua, Nicaragua.

- Molina Bravo E. (2004). *Metodología para la valoración económica ambiental (valor existencia) de la Reserva Ecológica "Manglares Churute"*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Osorio Múnera Juan David & Correa Restrepo Francisco. (sf). *Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación*.
- Ramos, R., Vinatea L. Santos J., & Da Costa R. (2010). *Tratamiento de efluentes del cultivo de Litopenaeus vannamei mediante procesos de sedimentación, filtración y absorción. (Spanish)*. Latin American Journal Of Aquatic Research 38, no. 2: 188-200. Fuente Académica, EBSCOhost (accessed February 4, 2014).
- Rodríguez, Carlos E. (2013). *Las fallas del mercado [en línea]*. Documento inédito. Facultad de Ciencias Económicas San Francisco de la Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/contribuciones/fallas-mercado-carlos-rodriguez.pdf> [19/01/2014].
- Ruiz, A. & Mariscal, T. (2003). *Sitios Ramsar de importancia internacional: Humedales de Nicaragua*. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano y GTZ, Geodital; Fundación del Río y Universidad Centroamericana. Mangua, Nicaragua.
- Saborío, A. (2006). *Visión general del sector acuícola de Nicaragua y análisis prospectivo del desarrollo futuro*. Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.
- Sánchez, María Fernanda (2013) Comunicación personal. Oficial de Programa de Medioambiente, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.
- Sepúlveda, S., Echeverri, R. Rodríguez, A. y Portilla, M, (2003). *El enfoque territorial de desarrollo rural*. IICA. San José Costa Rica.
- Tomasini Daniel & Longo Lucía (sf). *Desarrollo agropecuario y ambiente: el rol de la gestión pública*. Argentina.

4.6- Los riesgos ambientales de la utilización de agroquímicos en la producción de Sandía en el Salvador en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca

Lic. Welbin Romero Jirón

1. Antecedentes

La sandía es oriunda de África Central, Sur de África y Sur de Asia, donde se reportó que los campos se encontraban con plantas de sandía de manera natural. El cultivo ha sido sembrado en la Región Mediterránea durante miles de años. Esta se consume de forma fresca, en rebanadas, en jugos, batidos, refrescos y helados, de ella se obtiene una miel especial, confituras y otros productos.

Las características de la zona costera de El Salvador se adaptan a los requerimientos para el cultivo de la sandía. La producción está concentrada en la zona del Golfo de Fonseca donde se cultiva desde abril al mes de agosto. Sin embargo, también se siembra en Mercedes Umaña a la orilla de la carretera Panamericana; además en el municipio de El Porvenir en Santa Ana, se cultiva este producto aprovechando la humedad natural del suelo. Otros lugares donde se produce sandía en El Salvador son La Nueva Concepción, Chalatenango y el embalse Cerrón Grande del Río Lempa. (Agrorevista, 2013).

“En el Salvador la Sandía es un cultivo tradicional, con más de 30 años de siembra alrededor de Bahía La Unión. Una estimación muy general del área de siembra en el contorno de la Bahía, incluyendo siembra de humedad muy cerca del GF y siembras de invierno en lomas más retiradas, coloca el total de hectáreas sembradas en cerca de 700”. (Gladstone, 2002).

Este reporte intenta llamar la atención sobre el tipo de agroquímicos que se están utilizando en la producción de Sandía y los riesgos asociados para la salud humana, las especies propias de los ecosistemas rurales y la biodiversidad marina y de los cuerpos de agua dulce. El reporte se dividió en 7 partes además de los antecedentes que constituye la primera parte, en la segunda se resumen los principales tendencias de la producción de Sandía en El Salvador, en la tercera se resume la agroclimatología del cultivo, sus principales plagas y enfermedades, en la cuarta el marco de análisis del trabajo, en la quinta se aventuran elementos relacionados con los residuos de pesticidas que han sido encontrados en el Golfo de Fonseca y las cuencas que se le asocian, en la sexta el uso de agroquímicos desde el punto del tipo utilizado, el séptimo y el octavo corresponden a la bibliografía y los anexos.

2. Producción de Sandías en El Salvador

La producción de Sandía en El Salvador para el período 2008 – 2012 (último año que reporta FAO), presenta una caída de la producción promedio anual de 9.4% vinculada a caídas del área cultivada (-6.9%) y en los rendimientos (-2.6%). Los niveles de producción de El Salvador no son significativos, si se compara con la producción mundial. La misma se destina al consumo interno, El Salvador es un importador neto de Sandías, procedentes principalmente de Honduras y Guatemala.

Tabla 1: Área y producción de Sandía en El Salvador

El Salvador				
Área cosecha y producción de Sandía				
Año	El Salvador Hectáreas Cosechada	El Salvador Toneladas Producidas	Hectáreas Cosechada Mundial	Toneladas Producidas Mundial
2008	3,495	98,267	3,301,889	94,656,782
2009	1,459	49,261	3,432,370	98,737,055
2010	1,459	49,261	3,439,716	101,342,555
2011	2,000	52,000	3,468,990	103,310,253
2012	2,439	59,982	3,472,997	105,372,341

Fuente: FAOSTAT,
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#>
ancor, 14 de noviembre 2014

La producción de hortalizas se encuentra dispersa en todo el territorio salvadoreño, presentándose una estrecha relación entre las áreas destinadas al cultivo y las principales vías de acceso, particularmente existe una fuerte concentración de zonas productoras en los departamentos de Santa Ana y Sonsonate región en la que se reporta una importante producción de Sandía, entre otras hortalizas (Ponce, 2004). La producción de Sandía en El Salvador está en manos de unidades productivas rurales de pequeñas dimensiones.

Los principales productores de Sandía en el mundo son China, Brasil y Turquía, en América los principales productores son después de Brasil, los Estados Unidos y México. En América los principales importadores son Estados Unidos, Canadá, Argentina y Colombia.

3. Agroclimatología de la Sandía, plagas y enfermedades

Este cultivo es sensible a las bajas temperaturas, por lo que requiere de climas calientes con temperaturas óptimas que fluctúen entre 18 y 28° C, aunque en general es poco exigente en temperatura, siendo los cultivares triploides (con tres juegos completos de gametos pero de frutos sin semilla) que más requieren temperaturas optimas, presentando además mayores problemas de germinabilidad. (INIFAP, 2003). Para (Brizuela, 2003), el desarrollo óptimo lo alcanza a temperaturas promedio mayores a 21 °C con óptimas de 35 °C y máxima de 40.6 °C, y requiere alrededor de 10 horas de luz al día.

Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30 ° C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos, y el polen producido no es viable. Cuando se trata de sandías injertadas aumenta la resistencia tanto al frío como al calor. (INIFAP, 2003) y (Chemonics International, Inc., S/F). La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante

durante la floración. (INIFAP, 2003) y (Chemonics International, Inc., S/F), Según (Brizuela, 2003) la humedad relativa del aire óptima es del 50 % al 60 %.

Tabla 2: Temperaturas críticas para la Sandía

Temperaturas críticas para las fases de desarrollo de la Sandía			
Etapa/Concepto		Temperatura Centígrados ¹	Temperatura Centígrados ²
Helada		0°	0°
Detención de la Vegetación		11 - 13°	<16° >35°
Germinación	Mínima	15°	15°
	Óptima	25°	25°
	Máxima	N/D	45°
Floración	Óptima	18 - 20°	18 - 20°
Desarrollo	Óptima	23 - 28°	23 - 28°
Maduración del fruto		23 - 28°	23 - 34°
Fuente: /1: Chemonics International, Inc., S/F. /2: INIFAP, 2003			

En la literatura relacionada existe coincidencia de que la sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fértil. No obstante, la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo no sea un factor limitante para el cultivo de la sandía. (INIFAP, 2003), (Brizuela, 2003) y (Chemonics International, Inc., S/F).

Es necesario que los suelos posean buen drenaje tanto interno como externo. Los suelos franco arenosos a francos son los mejores para el desarrollo de las plantas, no obstante se pueden utilizar suelos franco arcillosos a arcillosos, estos últimos con enmiendas

(agregar materia orgánica). Se debe evitar cultivar sandía en la misma área todos los años. La rotación debe hacerse cada 3 años utilizando gramíneas (maíz, sorgo, pastos). (Brizuela, 2003)

La temperatura del suelo para la germinación es de 25-35° C. La sandía tiene un óptimo desarrollo en pH desde 5.0 a 6.8 (tolera suelos ácidos y al mismo tiempo se adapta a suelos débilmente alcalinos. Suelos de textura franca con alto contenido de materia orgánica son los más apropiados para el desarrollo de este cultivo. (Brizuela, 2003).

Desde esta perspectiva para el cultivo de la Sandía los efectos del cambio climático en las temperaturas, la duración de la radiación solar y en la humedad relativa pueden constituirse en amenazas relevantes para este medio de vida de la población, relevante para las unidades productivas de pequeñas dimensiones.

El período entre la siembra y la Cosecha de la Sandía es de 85 – 120 días (INIFAP, 2003), Para (AGROMATICA, 2014) este período es de 80 – 100 días, y según (Brizuela, 2003) entre 80 y 100 días. **La cosecha se puede prolongar hasta 50 días después del primer corte (INIFAP, 2003).**

3.a Plagas y enfermedades

Al igual que el resto de hortalizas, el cultivo de Sandía es atacado por plagas del suelo, del follaje y diversas enfermedades, entre las primeras destacan en orden de importancia la Gallina Ciega (*Phillophaga* sp), Gusano cortador (larvas de varias especies de polilla) y el Gusano de alambre (*Agriotes* sp), en las segundas la Mosca Blanca (*Bemisia Tabaci*) que representa para el productor la principal fuente de pérdidas económicas y en menor medida la Tortugilla y los áfidos, y entre las últimas la más importante es la Virosis seguida de la Mildiu y en menor medida Antracnosis y Marchitez está última con un nivel de incidencia muy bajo. (Centro de Tecnología Agropecuaria , 2004)

La prevención y atención de las afectaciones de plagas y enfermedades requiere del uso de agroquímicos, que representan una proporción importante de los costos de producción y una importante fuente de contaminación ambiental, que se magnifica en los casos de las siembras de Sandía en las proximidades de los humedales.

4. Marco de Análisis y metodología

Los métodos agrícolas, forestales y pecuarios, y su alcance, están entre las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables, en estos sectores el uso de agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y la mejora en la fertilidad de los suelos, son claves dadas las tecnologías predominantes.

Aunque en algunos medios los problemas de contaminación por agroquímicos tiene un bajo perfil y existe una percepción de que los plaguicidas constituyen un problema del pasado (Gladstone, 2002), lo cierto es que estos continúan teniendo efectos importantes en la reducción de la biodiversidad y el deterioro de la salud humana, especialmente en los habitantes pobres del medio rural, que por desconocimiento, imprudencia o necesidad entrar en contacto con agroquímicos sintéticos al aplicarlos a los cultivos o los consumen en el agua y alimentos.

La contaminación por biosidas ocurre durante su liberación al ambiente para el tratamiento de plagas y enfermedades de los cultivos, y el ganado. Estos actúan sobre los micronutrientes y fauna de los suelos, el resto de la fauna local y en determinados casos y situaciones en los seres humanos que entran en contacto con estos, por aplicarlo o por deriva provocada por el viento, especialmente en aplicaciones mecánicas y aéreas. La acción de los biosidas sobre la biodiversidad se desarrolla a través de rupturas de la cadena alimenticia y por la acción directa de los mismos sobre los seres vivos.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos por los cultivos. Los

excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos.

La producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano (asociado más a la actividad pecuaria y a cultivos que requieren anegación de los suelos) y óxido nitroso²⁴, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

El reporte se preparó con información secundaria y primaria, esta última fue recopilada por FUNSALPRODESE de El Salvador y consistió de un grupo focal con 10 productores, orientado a la preparación del itinerario técnico utilizado y los productos químicos que aplican en la producción de Sandía en la localidad, posteriormente se realizaron 3 estudios de casos seleccionados al azar, a quienes se aplicó un cuestionario semi estructurado, en los que se indago sobre los potenciales efectos de los agroquímicos utilizados en los ambientes próximos a los sitios de siembra, en este sentido los resultados reflejan la perspectiva de los mismos productores que aplican los agroquímicos, desafortunadamente no fue posible obtener y analizar muestras de los cuerpos de agua próximos a la zona de siembra.

4.1 Contaminación por fertilizantes nitrogenados.

El problema ambiental más importante relativo al ciclo del Nitrogeno, es la acumulación de nitratos en el subsuelo que pueden incorporarse a las aguas subterráneas por lixiviación o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización del medio. En un medio eutrofizado, se aumenta la producción y biomasa de fitoplancton, se produce una proliferación de algas asociadas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo, dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad auto depuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos (Ongley, 1997).

²⁴ Las excreciones del ganado también son fuente de óxido nitroso, de la misma manera que los cultivos forrajeros fijadores de nitrógeno, en particular la alfalfa. Cuando estas pasturas son enterradas, debido a la periódica renovación de los cultivos, también se provocan procesos que llevan a la emisión de óxido nitroso. En las actividades agrícolas, estas emisiones se producen como consecuencia de los cultivos fijadores de nitrógeno, entre los que se destaca la soja, y con el enterramiento de rastrojos. Los fertilizantes comerciales contribuyen también a la emisión de óxido nitroso. Finalmente, la quema de rastrojos produce emisiones óxido nitroso, otros óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y metano.

La cantidad de nitratos que se lixivia hacia el subsuelo depende del régimen de pluviosidad y del tipo del suelo. La mayoría de los suelos poseen abundantes partículas coloidales, tanto orgánicas como inorgánicas, cargadas negativamente, con lo que repelerán a los aniones, y como consecuencia, estos suelos lixiviarán con facilidad a los nitratos. Por el contrario, muchos suelos tropicales adquieren carga positiva y por tanto, manifiestan una fuerte retención para los nitratos. En este sentido la lixiviación es mayor en suelos con buen drenaje aun para una misma dosis de fertilizante nitrogenado.

La presencia de nitratos en aguas subterráneas o superficiales utilizadas para el consumo humano representa una potencial amenaza para la salud humana. Los nitratos pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo humano, especialmente en los niños de menos de tres meses de edad y en adultos con ciertos problemas. Los nitritos producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina. La hemoglobina se encarga del transporte del oxígeno a través de los vasos sanguíneos y capilares, pero la metahemoglobina no es capaz de captar y ceder oxígeno de forma funcional. La cantidad normal de metahemoglobina no excede el 2%. Entre el 5 y el 10% se manifiestan los primeros signos de cianosis²⁵. Entre el 10 y el 20% se aprecia una insuficiencia de oxigenación muscular y por encima del 50% puede llegar a ser mortal. (Water treatment Solutions, Lentech, 2015).

Una vez formados los nitritos, pueden reaccionar con las aminas, sustancias ampliamente presentes en nuestro organismo, originando las nitrosaminas, un tipo de compuestos sobre cuya acción cancerígena no existen dudas. En las experiencias de laboratorio se ha comprobado que alrededor del 75 % de ellas pueden originar cánceres hepáticos y, aunque con menor frecuencia, también de pulmón, estómago, riñones, esófago y páncreas. También se ha podido comprobar que existe una correlación directa entre el consumo de alimentos o aguas con exceso de nitratos y los cánceres gástricos, y entre estos y el trabajo en las fábricas de abonos químicos.

4.2 Contaminación por fertilizantes fosforados y Potasio

Estos fertilizantes además del fósforo, aportan otros nutrientes, como el azufre, calcio, magnesio, manganeso y otros, pero también sustancias inútiles, desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos como el sodio y sílice. Además aportan sustancias que mejoran la estructura: cal y yeso. Inducen variación del pH del suelo e inmovilizan metales pesados. El problema ambiental de los fosfatos es como el del Nitrogeno la eutrofización de las aguas. Los fosfatos son la mayor fuente de contaminación de lagos y corrientes, y los altos niveles

²⁵ Coloración azulada de la piel, mucosas y uñas, usualmente debida a la presencia de concentraciones iguales o mayores a 5 g/dL de hemoglobina sin oxígeno en los vasos sanguíneos cerca de la superficie de la piel o de pigmentos hemoglobínicos anómalos (metahemoglobina o sulfohemoglobina) en los glóbulos rojos.

de fosfato promueven sobre-producción de algas y maleza acuática (González Huiman, 2011).

El fósforo es fácilmente adsorbido por el suelo, precipita en forma de compuesto de muy baja solubilidad y su lixiviación es casi inexistente excepto en suelos muy arenosos; además, las pérdidas de fósforo en forma de gas son mínimas o no existen. En el caso del Potasio la posibilidad de lixiviación son reducidas, la contaminación de cuerpos de agua con este tipo de fertilizantes es más probable por escorrentía y sus efectos en estos son similares a los del nitrógeno y el Fosforo.

4.3 Contaminación por pesticidas

Tabla 3: Clasificación de los Agroquímicos según su composición Química

Clasificación de los agroquímicos según composición química		
Pesticidas	Fungicidas	Herbicidas
Clorados	Metoxiacrilatos	Sulfitos
Organofosforados	Triazoles	Imidazolinonas
Carbamatos	Bencimidazoles	Triazinas
Piretroides	Derivado del benceno	Acetanilidas
Nitroguanidinas (Neonicotinoides)	Ditiocarbamato	Derivados benzoicos
		Benzonitrilos
		Diazinas
Fuente: Inta, Aplicación Eficiente de Fitosanitarios, Argentina, 2014		

Los pesticidas cumplen una función importante en las tecnologías agropecuarias dominantes, por ello su uso se ha incrementado desde el primer tercio del siglo pasado. A la lucha contra las distintas plagas que amenazan los alimentos y otros productos agrícolas, se suma la emprendida contra los insectos y otros animales vectores de enfermedades transmisibles. Esto ha originado la existencia de una gran cantidad de sustancias químicas de alta agresividad para las plagas, pero también con efectos sobre el hombre y el equilibrio del sistema. El uso de los pesticidas está ampliamente difundido en la agricultura y los riesgos de estos dependen de su toxicidad, niveles de exposición y dosis

absorbida.

Permanentemente se están incorporando nuevos agroquímicos al mercado, de los más diversos grupos químicos, lo cual hace sumamente compleja una clasificación completa basada en este criterio. No obstante, es posible indicar los grupos químicos más importantes para los insecticidas, herbicidas y fungicidas (Arregui & Puricelli, 2008), sin pretender que la lista sea exhaustiva (ver tabla 3). Es importante conocer el grupo químico desde el punto de vista toxicológico, ya que los productos de un mismo grupo producen contaminación analógica y en los humanos requieren de similares tratamientos. (INTA, 2014), en esta clasificación los autores no incluyeron los bupiridilos, grupo al que pertenece el Paraquat, de amplio uso en Centroamérica.

El Convenio de Estocolmo (2001) define los las propiedades de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) de la siguiente forma; “...los contaminantes orgánicos persistentes tienen propiedades tóxicas, son persistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias, a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos...”

El convenio de Estocolmo es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de sustancias toxicas y constituye el principal instrumento de los países para organizar procesos nacionales de reducción y/o eliminación de los químicos incluidos en el acuerdo (ver tabla 4).

Los insecticidas organoclorados (OC) son compuestos químicos de una de las primeras generaciones de insecticidas. Se caracterizan por una alta persistencia en el ambiente y son capaces de ser trasladados por el viento hacia lugares muy lejanos. Son solubles en grasa y por su persistencia a la degradación en el ambiente, acumulan en tejidos humanos, tejidos de animales silvestres y especies de vertebrados e invertebrados cultivados. (Carvalho, Nhan, Zhong, Tavares, & Klaine, 1998).

Todos los países de Centroamérica han ratificado el convenio por lo que hacen parte del mismo (Secretaría del Convenio de Estocolmo, S/F), de acuerdo con esta misma fuente, El Salvador ratifico el convenio el 27/05/2008, con una reserva;

Tabla 4: Contaminantes Orgánicos Persistente

Contaminantes Orgánicos Persistentes 12 COP Inicialmente regulados por covención de Estocolmo				
N°	Pesticidas	Industriales	Sub productos no deseados	Anexos
1	Aldrina			A
2	Clordano			A
3	Dieldrina,			A
4	Endrina			A
5	DDT			B
6	Toxafeno			A
7	Mirex			A
8	Heptacloro			A
9	Hexaclorobence no (HCB)	Hexaclorobence no (HCB)	Hexaclorobence no (HCB)	"A" y para producción no intencional "C"
10		Bifenilos policlorados (PCB)	Bifenilos policlorados (PCB)	"A" y para producción no intencional "C"
11			Furanos	C
12			Dioxinas	C
Contaminantes Orgánicos Persistentes 10 COP regulados en la IV y la V Conferencias de las Partes del Convenio de Estocolmo				
N°	Pesticidas	Industriales	Sub productos no deseados	Anexos
1	Clordecona			A
2	Alfa hexaclorociclohexano		Alfa hexaclorociclohexano	A
3	Beta hexaclorociclohexano		Beta hexaclorociclohexano	A
4	Lindano			A
5	Pentaclorobenceno	Pentaclorobenceno	Pentaclorobenceno	"A" y para producción no intencional "C"
6	Endosulfán y sus isómeros relacionados			A
7		Hexabromobifenilo		A
8		Éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo		A
9		Acido perfluorooctanosulfónico y sus sales y perfluorooctanosulfonato de flúor		B
10		Éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo		A
<p>Anexo A: Para estas sustancias, se contempla la prohibición y/o el establecimiento de las medidas jurídicas y administrativas necesarias para eliminar su producción, utilización, exportación e importación, admitiendo la exportación solo para casos en los que su destino sea su destrucción.</p> <p>Anexo B: Para este compuesto (DDT) u otros que en el futuro pudieran ser incluidos en este anexo, se impone la restricción de su producción, importación y utilización, quedando limitados a aquellas finalidades aceptables, fundamentalmente para el control de vectores de enfermedades, en este caso la malaria.</p> <p>Anexo C: Se refiere a producción no intencional. La minimización progresiva de las descargas o emisiones de estos COP se determina al 2025, manteniendo como objetivo último su eliminación.</p> <p>Fuente: Texto del Convenio de Estocolmo, http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx, 2015-Abril-23.</p> <p>Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo; El Salvador, 2012.</p>				

“Con respecto a las disposiciones del artículo 18 de la presente Convención, la República de El Salvador no se considera obligado por lo dispuesto en el apartado 2 de dicho artículo, en que no reconoce la jurisdicción obligatoria de la Corte Internacional de Justicia.”

En El Salvador *“Las manifestaciones legales y políticas públicas existentes reflejan la intencionalidad de «prohibir o adoptar medidas jurídicas y/o administrativas para eliminación, restricción de producción y utilización de COP», que hasta el momento solo son para las sustancias integrantes de la docena sucia. Tal es el caso del Acuerdo Ejecutivo No 18 del MAG, en el cual se imponen restricciones para la comercialización y uso de 12 productos agrícolas conocidos genéricamente como: paraquat, metil-paratión, endosulfán, metamidofós, terbufós, carbofuranos, metomil, forato y dimetoato; y el Acuerdo Ejecutivo N.o 151 que establece la prohibición del registro, la importación, la exportación, la fabricación, la comercialización y la distribución de 23 químicos enlistados en el Anexo III del Convenio de Róterdam, respectivamente.”* (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales - PNUD, 2012).

5. Contaminación del Golfo de Fonseca y cuencas asociadas

El efecto contaminante de los agroquímicos utilizados en la agricultura en cuencas asociadas al Golfo de Fonseca se ha manifestado en dos dimensiones; la contaminación del ambiente en el cual se liberan los químicos principalmente el medio rural, incluido los cuerpos de agua dulce superficiales y subterráneos, el agua, y la vida que las habita, de las cuencas hidrográficas que desembocan en el Golfo y del propio golfo.

Diversos estudios enfocados desde diferentes perspectivas, sobre contaminantes químicos presentes en el Golfo de Fonseca, apuntan a diferentes niveles de contaminación por plaguicidas de este y las cuencas asociadas en los 3 países que comparten sus costas. Aunque la presencia de organoclorados está disminuyendo debido a que su uso se ha eliminado, al menos formalmente, aún persiste la presencia de organofosforados en aguas superficiales y subterráneas del Golfo y de las cuencas hidrográficas que desaguan en este.

Aunque sin duda ello es un notable avance, implica que los daños a los ecosistemas se mantienen, así como, los riesgos a la salud humana. Los biosidas organofosforados probablemente están llegando al Golfo de Fonseca a través de las cuencas hidrográficas que desembocan en este por escurrimiento de las aplicaciones que se realizan a los cultivos sembrados en las proximidades a los correspondientes cuerpos de agua y a los establecidos en las costas del Golfo. En este caso los ecosistemas marinos estarían afectados a través de la cadena alimenticia, por la toxicidad de estos productos en el zooplancton y los peces, lo que en conjunto con los cambios asociados al Cambio climático, en el sentido de;

“... El cambio climático está modificando la distribución de las especies marinas y de agua dulce: desplazando las especies de aguas más cálidas hacia los polos y experimentando cambios en el tamaño de su hábitat y en su productividad. Asimismo, el aumento de las temperaturas afectará también a los procesos fisiológicos de los peces, dando lugar a efectos tanto positivos como negativos sobre las pesquerías y los sistemas de acuicultura, como se analizó en un estudio realizado por OLDEPESCA (2009a).

Estos cambios afectan la estacionalidad de determinados procesos biológicos, modificando con ello las redes tróficas marinas y de agua dulce, con consecuencias imprevisibles en la producción de la pesca y la acuicultura...” (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2011)

5.1 Presencia de pesticidas en el Golfo y cuencas hidrográficas asociadas

En el Golfo los principales residuos de pesticidas encontrados son metabolitos DDE (uno de los metabolito del DDT en su proceso de degradación, con toxicidad similar a la del DDT) son los residuos de plaguicidas más ampliamente distribuidos y encontrados en el Golfo de Fonseca y partes bajas de sus cuencas, que derivan de aplicaciones históricas entre otros en el Algodón, estos residuos se asocian al arrastre durante el MITCH de barriles embodegados y el uso ilegal e legal actual de organoclorados, no obstante, el hecho de que únicamente se hayan encontrado metabolitos es indicativo de que los niveles de residuos están disminuyendo paulatinamente por proceso naturales de degradación. Toxafeno fue el residuo organoclorado más comúnmente encontrado después del DDE. Con menos frecuencia fueron encontrados residuos de los compuestos heptacloro, clordano, toxafeno y endulfosan. Los residuos de endulfosan derivan de aplicaciones recientes legales. Los residuos de heptacloro derivan en parte de aplicaciones recientes ilegales, por ser una sustancia prohibida pero cuyo uso actual ha sido comprobado. (Gladstone, 2002).

Los insecticidas organofosforados son los de más amplio uso en la actualidad y pese a que persisten poco tiempo en el ambiente, residuos de este fueron encontrados en los estudios, asociado probablemente a un aumento de los cultivos que se siembran alrededor del Golfo durante el verano, muestras tomadas en la Bahía de la Unión registraron niveles dañinos de insecticidas organofosforados. Los rubros fuente de residuos de insecticidas organofosforados en un orden aproximadamente descendiente son; Melón, Sandía, Banano, Granos Básicos, Caña de Azúcar y Maní. No obstante, pese a que se han hecho diversos estudios ambientales (Cox y King, 1998; Matta et. al.; Barraza y Carballeira-Ocaña, 1998; citados por (Gladstone, 2002)), no se han realizado esfuerzos sistemáticos por relacionar los residuos detectados con las fuentes de contaminación. (Gladstone, 2002).

Por otro lado, el estudio Tendencias previsibles del cultivo de la caña de azúcar sobre el desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas alrededor del Delta del Estero Real y

Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, (Meza Chavarría & Espinoza Gaitán, 2009), entre otros encontró residuos de Glifosato y clorpirifos este último en aguas superficiales y subterráneas. De acuerdo con este estudio, el uso de químicos con efectos conocidos en la salud humana y la sostenibilidad de los ecosistemas, tiene un fuerte vínculo con la existencia de grandes plantaciones de Caña, Maní, Banano y Sorgo cultivadas con tecnologías intensivas en agroquímicos, pero también en unidades productivas de pequeñas dimensiones, cuyos propietarios por diversos motivos utilizan este tipo de productos.

En los últimos 6 años el cultivo de Maní y las musáceas se han incrementado en zonas costeras de Nicaragua, así mismo, las áreas de Caña de Azúcar se han incrementado de forma sostenida en Nicaragua y Honduras, y en este último país el cultivo del Melón. (Romero Jirón, 2015), (Romero Jirón, 2015b), (Romero Jirón, 2015c), sin que existan ningún tipo de acciones orientadas al ordenamiento territorial o la regulación en el uso de tecnologías intensivas en agroquímicos o el uso de determinados productos de conocidos efectos negativos en el ambiente y la salud humana.

6. Resultados

La Guacamayera es una comunidad del municipio de San Alejo, situada a unos 5 km hacia el oeste de las bocanas de Muniga y de San Juan (aproximadamente a 3 km de la zona de humedales que se asocian a estos accidentes geográficos), en la Bahía de la Unión. Tiene una población de entre 900 y 1000 habitantes, unas 120 familias. Paralelo a la calle principal de la comunidad corre el río Las Maderas con agua solo en invierno y a 1.4 km se ubica la quebrada Sirama con agua todo el año (FUNSALPRODECE, 2015).

En la Guacamayera se cultiva Sandía desde los años 70's, se siembra en laderas. Las variedades de Sandía cultivadas son mayoritariamente Charleston con un 80 % del total, Top Gun 10 %, Mikili 5% y estrella 5%, que como se indicó al inicio se destinan al mercado interno. Se realizan dos siembras una que inicia en abril y culmina en el mes de julio y la segunda que inicia en ese mismo mes y termina en octubre.

Tabla 5: Datos generales de los entrevistados y unidades productivas

Riesgos ambientales del uso de agroquímicos en la producción de Sandía en el Salvador en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca								
El caso de la comunidad la Guacamayera								
Datos generales de los casos								
Nombre del entrevistado	Área sembrada de Sandía	Número de Siembras por año	Área total sembrada	Área propiedad entrevistado	Área alquilada	Empleos incluida familia	Total Sandía sembrada Guacamayera	Total ¹ sembrado Guacamayera
José de la Paz Reyes	1	1	5	1		4	50	NR
José Abel Cruz Escobar	5	NR	5	5		6	50	NR
Carlos reyes	2.5	1	5	0	2.5	6	50	NR

/1: Incluye pastos mejorados
Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados por FUNSALPRODESE, 2015

Todos los entrevistados estiman que en la comunidad La Guacamayera se siembran 50 mz de Sandía, el área sembrada entre estos es de 1 a 5 manzanas (1 manzana equivale 0.6988 hectáreas aunque por lo general se utiliza 0.70), la suma del área sembradas de Sandía por los 3 casos es de 8.5 mz, lo que confirma que se trata de cultivares de pequeñas dimensiones, en los 3 casos el total de área sembrada es de 5 mz, incluye todos los cultivos sembrados por el mismo productor, en uno de los casos el entrevistado alquila 2.5 mz y hace una segunda siembra en el año de otros cultivos. En suma los 3 casos generan 16 empleos al año incluido el empleo familiar.

Se trata de productores diversificados, según sus posibilidades, que parte de lo que siembran está orientado a garantizar la seguridad alimentaria de la familia y aprovechan una de las siembras para el cultivo de Sandía, típicamente orientada al mercado. En los tres casos los productores además de la Sandía cultivan Maíz y Maicillo (Sorgo), dos de los rubros relevantes en los sistemas de agricultura familiar en El Salvador (Cabrera Melgar, 2014). De acuerdo con los entrevistados el resto de cultivos que se siembran en la zona son; hortalizas, pipián, frijol, ayote.

6.1 El uso de agroquímicos en la producción de Sandía en la comunidad La Guacamayera

De acuerdo con los datos recopilados entre los productores de la Guacamayera, todos los entrevistados utilizan los mismos productos en las mismas cantidades. Con estos datos en el cultivo de Sandía se estarían liberando anualmente 50 galones de Gramoxone y 26.5 galones de Monarca, Perfekthion y Cipremetrina, 52 galones de Bayfolan y 3.25 kilogramos de Confidor. Así mismo, los entrevistados aseguran que en los cultivos de Frijol, Ayote y Pipián, se utilizan los mismos pesticidas que en la Sandía. Además, son liberados anualmente para la producción de las 50 manzanas de Sandía un volumen de fertilizantes equivalentes a 2.1 ton de Nitrógeno, 2.2 ton de Fosforo y 1.0 ton de Potasio.

Tabla 6: Agroquímicos aplicados al cultivo de Sandía en La Guacamayera

Riesgos ambientales del uso de agroquímicos en la producción de Sandía en el Salvador en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca El caso de la comunidad la Guacamayera Uso de agroquímicos en la producción de Sandía					
Nombre del entrevistado	Gramoxone Glms / mz	Confidor gramos / mz	Monarca litros / mz	Perfekthion litros / mz	Cipremetrina litros / mz
José de la Paz Reyes	1	65	2	2	2
José Abel Cruz Escobar	1	65	2	2	2
Carlos reyes	1	65	2	2	2
Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados por FUNSALPRODESE, 2015					

En general los insecticidas utilizados en el cultivo de Sandía en la comunidad la Guacamayera, son de conocida toxicidad para los seres humanos, por ejemplo; Paraquat (Gramoxone) y Perfektiön, tienen efectos cancerígenos, endocrinos, renales, mutagénicos, reproductivos y fetotóxicos y en el caso del Paraquat este se ha asociado al Parkinson (ver anexo 1), que en conjunto con el poco uso de equipos de protección durante su aplicación por parte de los trabajadores, puede implicar una seria amenaza a la salud pública similar a la de los grupos de trabajadores del Algodón y las bananeras, que en la actualidad padecen poblaciones de diversos países de Centroamérica.

Del mismo modo, presentan un elevado toxicidad para peces y crustáceos (ver anexo 1), lo que confirma la percepción de que la contaminación por residuos de plaguicidas utilizados en la agricultura que se desarrolla en la cuencas asociadas al Golfo de Fonseca, tiene efectos sobre la biodiversidad de los ecosistemas marinos y de agua dulce, y estaría actuando en las redes tróficas con importantes efectos en los ecosistemas de estos cuerpos de agua.

Tres de los cinco biosidas presentados en el tabla 6; Gramoxone, Confidor, Perfekthion tienen solubilidad en agua alta (ver tabla 7), lo que implica que su detección en los cuerpos de agua solo es posible en el periodo inmediato en que se produce la contaminación, aunque los efectos sobre la vida en el área de contaminación pudieran haber sido desbastadores en dependencia del nivel de concentraciones de dicha contaminación. Pero además implica una mayor posibilidad de lixiviación y por consiguiente de contaminación de aguas subterráneas.

Tabla 7: Algunas de las características de los plaguicidas usados en la Guacamayera

Algunas características de los plaguicidas utilizados en la Guacamayera La Unión El Salvador					
Concepto	Gramoxone Glns / mz	Confidor gramos / mz	Monarca ¹ litros / mz	Perfekthion litros / mz	Cipermitrina litros / mz
Soluble agua	Alta	Alta	Moderada - baja	Alta	Baja
Toxicidad aguda					
Peces	Mediana	Ligera	Mediana	Mediana	Extrema
Cretáceos	Alta	Mediana	Mediana	Alta	Extrema
Movilidad en el suelo ²	Inmóvil	Mediana	Ligera	Extrema - alta	Inmóvil
<p>/1: Contiene dos principios activos; Thiacloprid y Beta-cyfluthrina.</p> <p>/2: El transporte de un plaguicida en el suelo, por disolución o arrastre mecánico, se hace bajo la influencia del agua, bien de las precipitaciones atmosféricas que favorecen el movimiento de convección, bien de la imbibición que permite un desplazamiento por difusión molecular. El grado de lixiviación está influido por las características fisicoquímicas del suelo, solubilidad del producto, frecuencia e intensidad de la lluvia, entre otros.</p> <p>Fuente: Elaboración propia en base a datos de IRET, 2015.</p>					

Solo uno de los indicados, Confidor, tiene toxicidad ligera a mediana en peces y crustáceos, en el resto es de mediana a alta y aunque solo el Perfekthion tiene movilidad en el suelo entre alta y extrema, el hecho de que los cultivares de Sandía se encuentren en laderas próximas a la Bahía de la Unión, representa un elevado riesgo de que estos lleguen a los cuerpos de agua por escorrentía.

De igual forma, el uso de Confidor (Imidacloprid) y Thiacloprid, este último es parte de los ingredientes de producto Monarca, ambos del grupo químico de los neonicotinoides asociados al problema conocido como Trastorno del Colapso de las Colmenas que tiene efectos desastrosos en las poblaciones de abejas en la UE, EEUU y Canadá, lo que constituye un elevado riesgo de afectaciones a las abejas, que podría ser dramático para el cultivo de Sandía, por cuanto esta es uno de los más importantes polinizadores de la misma, además de su importancia como productores de miel y la sostenibilidad de los ecosistemas en su conjunto.

En este sentido, diversos estudios han demostrado que el Imidacloprid es altamente tóxico para las abejas productoras de miel, asociándose su uso con el Trastorno del Colapso de las Colmenas (Chensheng LU, 2012), de acuerdo con información ampliamente difundida en la Web, entre otros (Antropología Nutrición, 2014), (Harvard TH Chan; School Of Public Health, 2014), en 2013 el mismo autor efectuó otro estudio, que establece una alta correlación entre el uso de Imidacloprid y el Trastorno del Colapso de las Colmenas. Por su

parte, la UE en respuesta a un estudio presentado por la EFSA (European Food Safety Authority), con similares resultados, adoptó una resolución mediante la cual se prohíbe su uso por 2 años a partir del diciembre de 2013 (Gubin, 2013).

La mayoría de la información disponible sobre la incidencia del trastorno se refiere a los EEUU, Canadá y la UE, En América Latina, específicamente en América del Sur según (Valdés, 2013), no hay reportes de grandes pérdida, no obstante, de acuerdo con (Naturaleza de Derechos, 2015) y (Biodiversidad en América Latina y el Caribe, 2012), al menos en Uruguay y Argentina existe una marcada preocupación entre los apicultores por el incremento de este fenómeno y en ambos casos se está solicitando a las autoridades suspender el uso de pesticidas del grupo químico neonicotinoides, entre otros. En América Central no fue posible encontrar reportes del problema.

6.2 Efectos ambientales del uso de agroquímicos desde la perspectiva de los productores

A fin de contar con una perspectiva de los productores los posibles daños al ambiente que pudieran haber ocasionado el uso de agroquímicos en la localidad, se efectuaron 8 preguntas relacionadas con los efectos que se asocian a los pesticidas que utilizan en la producción de Sandía. Los resultados se muestran en la tabla 8, como se podrá notar las respuestas de los 3 productores, son similares y en ninguno de los casos se confirman los daños ambientales que se supone son propios de estos pesticidas.

Tabla 8: Percepción de los productores sobre los daños ocasionados por los pesticidas que utilizan

Riesgos ambientales del uso de agroquímicos en la producción de Sandía en el Salvador en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca El caso de la comunidad la Guacamayera Percepción de los productores sobre daños ambientales asociados a los pesticidas que utilizan			
Pregunta	José de la Paz Reyes	José Abel Cruz Escobar	Carlos Reyes
¿En los últimos 3 años cuantas personas han presentado problemas de intoxicación por plaguicidas o herbicidas?	Ninguna	Ninguna	Ninguna
¿Cuáles son las enfermedades crónicas más comunes entre la población de la comunidad	chikungunya, Gripe, Fiebre, Diarrea y Vómitos	chikungunya, Gripe, Fiebre, Diarrea y Vómitos	chikungunya, Gripe, Fiebre, Diarrea y Vómitos
¿Tienen o tenido en la comunidad, problemas con el agua para tomar o para las actividades propias del Hogar?	No	No	No
¿En caso de respuesta positiva (a la pregunta anterior) ¿de qué tipo?	Np ¹	Np	Np
En los últimos 3 años cuantos animales domésticos (ganado mayor y menor) han presentado problemas de intoxicación por plaguicidas o herbicidas?	Ninguno	Ninguno	Ninguno
¿Es frecuente encontrar animales silvestres muertos (incluidos peces en los cuerpos de agua), sin razón aparente?	No	No	No
¿Se han reducido las poblaciones de abejas productoras de miel en la zona?	Hay más	Hay más	Hay más
¿Qué métodos utilizan para eliminar los envases de los agroquímicos, en especial de los basados en Paraquat y el Perfekthion	Se recogen y se llevan a la oficina del ministerio de agricultura de la zona	Se recogen y se llevan al CENTA oficina de gobierno	Se recogen y se llevan al CENTA
/1: Np implica que; No procede, Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados por FUNSALPRODESE, 2015.			

No puede descartarse que estos resultados estén influidos por los años que tiene de cosecharse el cultivo en el área, en los que probablemente se han aplicado pesticidas con mayores efectos negativos, de forma que en la actualidad las consecuencias de la contaminación no sean observables a simple vista. En este sentido estos datos requieren ser confirmados por estudios de laboratorio de los cuerpos de agua próximos a los cultivos, en las épocas en las que se aplican los pesticidas, que evalúen los niveles de contaminación del agua y de ser el caso sus efectos en la vida marina, especialmente en los principales enlaces de las redes tróficas.

Tampoco puede dejarse de un lado la posibilidad de que los productores entrevistados, consideren que aceptar daños al ambiente asociados a los pesticidas que utilizan, podría implicar meterse en problemas con las autoridades, con lo cual el problema se relaciona con los el método de recolección de los datos. Pero también que efectivamente los pesticidas utilizados no tengan los efectos indicados.

7. Bibliografía

- AGROMATICA. (Mayo de 2014). Agricultura e información sobre el huerto. Recuperado el 22 de Abril de 2015, de <http://www.agromatica.es/cultivo-de-sandia/>
- Agrorevista. (15 de Octubre de 2013). Agrorevista. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de <http://agro-revista.blogspot.com/2013/10/potencial-comercial-de-la-sandia-y-sus.html>
- Antropología Nutrición. (11 de Mayo de 2014). Nuevo Estudio de Harvard, son los neonicotinoides. Recuperado el 2 de abril de 2015, de <http://www.antropologianutricion.org/colapsoabejas.html>
- Arregui, M., & Puricelli, E. (2008). Mecanismos de Acción de Plaguicidas. Buenos Aires, Argentina: Dow Agosciences Argentina S.A.
- BASF, The Chemical Company. (18 de Enero de 2008). Perfektion S. Buenos Aires, Argentina.
- Bayer. (22 de Junio de 2009). Ficha de datos de seguridad; Confidor 20 LS. Obtenido de Tirogaverd: <http://www.tirogaverd.com/es/insecticidas-sistemicos/30-insecticida-sistmico-confidor-20-ls-de-11.html>
- Biodiversidad en América Latina y el Caribe. (29 de Marzo de 2012). *Biodiversidad en América Latina*. Recuperado el 03 de Julio de 2015, de http://www.biodiversidadla.org/Principal/Secciones/Noticias/Las_abejas_en_peligro
- Boletín Ecológico; Comunicación para el Desarrollo Sostenible. (30 de Marzo de 2015). Boletín Ecológico. Obtenido de <http://www.boletinecologico.org/urgente-gobierno-devela-uso-intensivo-de-agroquimicos-en-la-produccion-de-hortalizas-raices-tuberculos/>
- Brizuela, G. (2003). Guía técnica para el cultivo de la “sandía”.
- Cabrera Melgar, O. O. (2014). *Evolución de la Agricultura Familiar en El Salvador*. San Salvador: Manuscrito.
- Carvalho, F., Nhan, D., Zhong, C., Tavares, T., & Klaine, S. (1998). Resultados de un proyecto internacional de investigación; rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín de la OIEA, 30.
- Centro de Tecnología Agropecuaria . (2004). El Sector Agrícola de El Salvador. San Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.
- Chemonics International, Inc. (S/F). Guía para el cultivo de sandía. Nicaragua: Cuenta Reto del Milenio.
- Chensheng LU, K. M. (2012). In situ replication of honey bee colony collapse disorder . Bulletin of Insectology 65, 1 - 7.
- Ferreira, N. E. (2014). Armas Letales del Siglo XXI. Lulu.com.
- Gladstone, S. (2002). Contaminación por Plaguicidas en las Cuencas Hidrográficas que desembocan en el Golfo de Fonseca y Oportunidades para su Prevención y Mitigación. PROARCA/SIGMA.

- González Huiman, F. (1 de Enero de 2011). CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES: "Un serio problema ambiental". Recuperado el 2 de Abril de 2015, de <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Gubin, A. (30 de Abril de 2013). La Gran Época. Recuperado el 2 de Abril de 2015, de Para salvar las abejas 15 países europeos votan prohibir uso de 3 pesticidas: <http://www.lagranepoca.com/27951-para-salvar-abejas-15-paises-europeos-votan-prohibir-uso-3-pesticidas>
- Harvard TH Chan; School Of Public Health. (9 de Mayo de 2014). Estudio fortalece vínculo entre los neonicotinoides y el colapso de las colonias de abejas de miel. Recuperado el 2 de Abril de 2015, de <http://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/study-strengthens-link-between-neonicotinoids-and-collapse-of-honey-bee-colonies/>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2010). Manual de Evaluación de la huella hídrica. Water Footprint Network .
- INIFAP. (2003). Cadena Agroalimentaria de la Sandía; Caracterización de los Eslabones de Cadena e Identificación de los Problemas y Demandas Tecnológicas. Campeche.
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional de Heredia. (31 de Marzo de 2014). Manual de plaguicidas de Centroamérica. (E. de la Cruz, V. Bravo, & F. Ramírez, Edits.) Recuperado el 30 de Marzo de 2015, de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/124-cipermetrina>
- INTA. (2014). Aplicación Eficiente de Fitosanitarios. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Martínez Ortiz, A., & Bravo Moreno, J. (2011). Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca; El Salvador, Honduras y Nicaragua. Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina, 39 - 101.
- Meza Chavarría, P. J., & Espinoza Gaitán, K. A. (2009). Tendencias previsibles del cultivo de la caña de azúcar sobre el desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas alrededor del Delta del Estero Real y Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca. Chinandega: Asociación para el Desarrollo Eco-sostenible.
- Naturaleza de Derechos. (30 de Junio de 2015). Naturaleza de Derechos para Nuestras Generaciones Futuras. Recuperado el 3 de Julio de 2015, de <http://www.naturalezadederechos.org/abejasen.htm>
- Observador Latinoamericano de Conflictos Ambientales. (Junio de 1998). lista provisoria de plaguicidas registrados en chile que estan prohibidos o severamente restringidos por gobiernos y sus efectos sanitarios y ambientales . Recuperado el 31 de Marzo de 2015, de <http://www.olca.cl/oca/plag03.htm>
- Ongley, E. (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55). Roma: FAO.
- Ponce, R. (2004). Enfermedades de las hortalizas. San Salvador.

- Romero Jirón, W. (2015). Desechos de plástico de la producción melonera de Honduras en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca. Managua: CIDEA - UCA.
- Romero Jirón, W. (2015b). Cambio Climático y Huella Hídrica de la Caña de Azúcar en Cuencas del Golfo de Fonseca. Managua: CIDEA - UCA.
- Romero Jirón, W. (2015c). Externalidades socio ambientales del cultivo de Maní en Nicaragua. Managua: CIDEA - UCA.
- Valdés, P. (Agosto de 2013). Situación mundial del Síndrome de Colapso de las Abejas. Agrimundo; Inteligencia Competitiva para el Sector Agroalimentario(Reporte 2)
- Water treatment Solutions, Lentech. (2015). Efectos del Nitrogeno en el Ambiente. Recuperado el 27 de Abril de 2015, de <http://www.lentech.es/periodica/elementos/n.htm>

Anexos

Anexo 1: Matriz de efectos y riesgos potenciales al ambiente y el clima en el cultivo de Sandía en El Salvador

Actividad	Efecto	Mitigación	Observaciones
Preparación de suelos	Degradación de suelos, sedimentación y contaminación de fuentes superficiales de agua		Al no requerir de pulverización de los suelos los efectos de degradación de los suelos por acción eólica, en este cultivo son menores que los cultivos que si lo requieren, no obstante, al requerir de suelos bien drenados genera condiciones para que los pesticidas utilizados se incorporen a las fuentes de agua.
Siembra o trasplante			Se puede utilizar siembra directa o diembra en invernaderos en bandejas germinadora
Acolchado	Desechos de plástico		Según la experiencia de técnicos de FUSALPRODESE, en El Salvador en el departamento de la Unión esta tecnología no se utiliza
Raleo			Se realiza en siembra directa
Control de plagas	Contaminación de fuentes de agua, eliminación de fauna beneficiosa, contaminación de otros seres vivos y humanos	Control integrado, eliminación de malezas huéspedes de ciertas plagas, uso de pesticidas naturales, siembra de barreras rompevientos que eviten la propagación especialmente de la Mosca blanca, uso de variedades resistentes a las plagas	El cultivo por ser susceptible a plagas de Gallina Ciega y Mosca Blanca entre otros, requiere de pesticidas que se ubiquen entre los de mayor toxicidad.
"Fuentes: Evaluación del Impacto Ambiental y de Capacidad Institucional de la Región Centroamericana Frente a la Liberalización Comercial: Estudios de caso de Costa Rica y Guatemala, S.F. El Cultivo de Sandía, Ángel Daniel Casaca, SAG, 2005. Guía técnica para el cultivo de Sandía. G. Brizuela, San Salvador, 2003. Conversación con Manuel Hernández, FUSALPRODESE, 20 noviembre 2014."			

Anexo 2: Riesgos ambientales y a la salud humano del uso de biocidas en los agroquímicos utilizados en la producción de Sandías en la comunidad La Guacamayera, departamento La Unión, El Salvador²⁶

I. Confidor

Es un insecticida cuyo principio activo es el Imidacloprid. Pertenece al grupo de los Neonicotinoides. Se trata de una clase de insecticidas neuro-activas químicamente relacionados a la nicotina. El desarrollo de esta clase de insecticidas comenzó con el trabajo en la década de 1980 por Shell y la década de 1990 por Bayer. Los neonicotinoides se desarrollaron en gran parte debido a que muestran una toxicidad reducida en comparación con organofosforado utilizado anteriormente y carbamatos. La mayoría de los neonicotinoides muestran mucha menor toxicidad en los mamíferos que los insectos.

La Toxicología

Imidacloprid está catalogado actualmente como "moderadamente tóxico" por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (clase II o III) y una potencialidad de ser contaminante de aguas subterráneas. Está catalogado como "probable" carcinógeno por la EPA (grupo E), y no está en la lista de tóxicos para el sistema endocrino, reproductivo o de desarrollo, o como un producto químico con problemas especiales con alguna especie. La tolerancia de residuos de Imidacloprid en los alimentos varía entre las 0,02 mg/kg en los huevos a los 3,0 mg/kg en lúpulo.

Los ensayos sobre ratas, indican que el tiroides es el órgano que más se ve afectado por este compuesto. Las lesiones en el tiroides se producen en los machos de rata a la dosis de 16,9 mg/kg/día. Se considera (en la etiqueta de Bayer), muy toxico para los organismos acuáticos. (Bayer, 2009).

No obstante, recientemente diversos estudios han demostrado que el Imidacloprid es altamente toxico para las abejas productoras de miel, asociándose su uso con el Trastorno del Colapso de las Colmenas (Chensheng LU, 2012), de acuerdo con información ampliamente difundida en la Web, entre otros (Antropología Nutrición, 2014), (Harvard TH Chan; School Of Public Health, 2014), en 2013 el mismo autor efectuó otro estudio, que establece una alta correlación entre el uso de Imidacloprid y el Trastorno del Colapso de las Colmenas. Por su parte, la UE en respuesta a un estudio presentado por la EFSA (European

²⁶ La mayoría de la información de este anexo corresponde a (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional de Heredia, 2014), en los casos que la misma se complementó con otras fuentes, se indica en el sitio correspondiente.

Food Safety Authority), con similares resultados, adoptó una resolución mediante la cual se prohíbe su uso por 2 años a partir del diciembre de 2013 (Gubin, 2013).

I.b Insecticida sistémico

Imidacloprid es absorbido por las raíces de las plantas y transportado por toda ella a través del xilema; sus propiedades sistémicas hacen que los insectos que coman o absorban algo de la planta resulten intoxicados y mueran, por ejemplo, absorbiendo su savia. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Imidacloprid> , 30 de marzo 2015).

El uso de neonicotinoides ha sido limitado estrictamente en Francia desde los noventa, En mayo de 2008, Alemania prohibió el tratamiento de semillas con neonicotinoides por su efecto negativo en las colonias de abejas. Diversas publicaciones de carácter científico han presentado evidencias de la relación entre el uso de estos químicos y el Síndrome de Colapso de las Colmenas, entre otros; la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó en 2013, un estudio donde se demuestra el impacto que tienen estos insecticidas sobre las abejas y en febrero del 2015 el sitio web phys.org, publicó un estudio de la universidad de St Andrews and Dundee en el cual se confirma que los Neonicotinoides dañan el cerebro de las abejas

Un informe preparado para el gobierno de Nicaragua indica que Imidacloprid, utilizado en este país en el cultivo de Tomate y Papa, tiene efectos en la salud humana por consumo en alimentos, provocando daños en el hígado, aumentándolo de tamaño y produciendo insuficiencia hepática, anemia y alteraciones de las células como leucocitos y plaquetas, cáncer y en mujeres embarazadas daños en el feto en gestación. (Boletín Ecológico; Comunicación para el Desarrollo Sostenible, 2015).

Comportamiento ambiental: Solubilidad en agua: alta. Persistencia en el suelo: extrema a alta. Movilidad en el suelo: mediana. Persistencia en agua sedimento: más persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera.

II. Monarca 112.5 SE

Monarca ® 112,5 SE es una mezcla de dos ingredientes activos con acción sistémica y de contacto, de largo efecto residual, para el control de cuncunillas, minahojas, áfidos y langostinos en remolacha. Se trata de una formulación mixta, sus ingredientes activos son;

- a) Thiacloprid
- b) Beta-cyfluthrina

II.a El Thiacloprid es del Grupo químico: nicotínico, clorado (Cloronicotilinos, Piretroides). Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS)²⁷; II. Moderadamente tóxico (EPA).

II.a.1 Toxicidad aguda. DL50/CL50²⁸ oral (ratas): 621-836 mg/kg(Machos), 396-444 mg/kg(Hembras); inhalación (ratas): >2,54 mg/L, 1,22 mg/L (H); dérmico (ratas): 2000 mg/kg. Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por nicotínico. Toxicidad tópica: capacidad irritativa: ocular negativa; dérmica negativa; capacidad alérgica: negativa.

II.a.2 Toxicidad humana

Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad: nivel 2; teratogenicidad: negativa; mutagenicidad: negativa; carcinogenicidad: nd (IARC); probable (EPA); disrupción endocrina: nd; otros efectos reproductivos: nd; genotoxicidad: nd; Parkinson: nd; otros efectos crónicos: ninguno. Frases de riesgo UE: nd.

II.a.3 Comportamiento ambiental

Solubilidad en agua: moderada. Persistencia en el suelo: ligera a no persistente. Movilidad en el suelo: ligera. Persistencia en agua sedimento: menos persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera.

Límites máximos de residuos en agua superficial: nd (Suecia); MTR 0,025 µg/L (Holanda). Observaciones: tiene un bajo potencial de lixiviación. Sus metabolitos la amida-tiacloprid y el ácido sulfónico tiacloprid son móviles en el suelo. El ácido sulfónico tiacloprid no es persistente en el suelo y la amida-tiacloprid es medianamente persistente.

II.a.4 Ecotoxicología

Toxicidad aguda: peces: mediana, CL50 (96h) trucha arco iris 30,5 mg/L; crustáceos: mediana, CE50 (48h) dáfidos >85,1 mg/L; aves: alta; insectos (abejas): mediana; lombrices de tierra: mediana; algas: mediana, CE50 (72h) *Scenedesmus subspicatus* 97 mg/L; plantas: helecho acuático: mediana.

²⁷ La Clasificación Toxicológica de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud, agrupa en V grupos a los plaguicidas atendiendo su grado de toxicidad, el grupo denominado II es en realidad el tercero de la clasificación.

²⁸ Dosis letal mediana para la toxicidad aguda por ingestión es la dosis única obtenida estadísticamente de una sustancia de la que cabe esperar que, administrada por vía oral, cause la muerte de la mitad de un grupo de ratas albinas adultas jóvenes en el plazo de 14 días. El valor de la DL50 se expresa en términos de masa de la sustancia suministrada por peso de animal sometido al ensayo (mg/kg). CL50 se refiere a la concentración letal de una sustancia de la que cabe esperarse cause la muerte de la mitad de un grupo de ratas ...

Observaciones: sus dos metabolitos tienen una toxicidad mediana para las lombrices de tierra. Efectos ambientales en Centroamérica: nd. (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional de Heredia, 2014)

Pareciera ser de elevado uso en una variedad de cultivos agrícolas, sin que se hayan encontrado evaluaciones de impacto ambiental.

II.b Beta-cyfluthrina

Ingrediente activo: ciflutrina-beta. Nombre común (ISO - I): beta-cyfluthrin*. Grupo químico: piretroide, clorado, fluorado. Nombres comerciales: Baytroid, Betaciflutrina, Bulldock, Full, Responsar Beta. Acción biosida: insecticida. Modo de acción: no sistémico, de contacto y estomacal, residual. Actúa sobre el sistema nervioso de los insectos. Estabilidad: térmicamente estable a temperatura ambiente. Usos: control de insectos de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Hemíptera y Homóptera en diversos cultivos.

II.b.1 Toxicidad humana: Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): >77 mg/kg, 380 mg/kg (aceite); inhalación (ratas): 0,081 mg/L; dérmico (ratas): >5000 mg/kg; Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS); nd (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico T o tipo I por piretroides. Toxicidad tópica: capacidad irritativa: ocular positiva (leve); dérmica positiva; capacidad alergénica: negativa.

Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad: negativa; teratogenicidad: negativa; mutagenicidad: negativa; carcinogenicidad: nd (IARC); no probable (EPA); disrupción endocrina: nd; otros efectos reproductivos: nd; genotoxicidad: nd; Parkinson: nd; otros efectos crónicos: inflamación renal y neuropatía reversible del nervio ciático. Frases de riesgo UE: R26/28: Muy tóxico por inhalación y por ingestión.

II.b.2 Comportamiento ambiental

Solubilidad en agua: baja. Persistencia en el suelo: mediana a no persistente. Movilidad en el suelo: inmóvil. Persistencia en agua sedimento: menos persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: mediana. la degradación en el suelo es rápida. Tiene un bajo potencial de lixiviación. Sus metabolitos son mineralizados a dióxido de carbono por la acción bacteriana. El ácido-3-fenoxi-4-fluorobenzoico y el DCVA son sus principales metabolitos en el suelo y el agua. El primero es persistente y muy móvil en el suelo y tiene alto potencial de lixiviación, el segundo no es persistente en el suelo, degrada lentamente por fotólisis y es resistente a la hidrólisis es móvil en el suelo y tiene un potencial de lixiviación moderado.

Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,000089 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dáfidos 0,0003 a 0,0018 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: baja; algas: alta a mediana, CE50 (72h) *Scenedesmus subspicatus* 10 mg/L, especie desconocida 1,01 mg/L; plantas: helecho acuático: nd.

II.b.3 Ecotoxicología

Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,000089 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dáfidos 0,0003 a 0,0018 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: baja; algas: alta a mediana, CE50 (72h) *Scenedesmus subspicatus* 10 mg/L, especie desconocida 1,01 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. El DCVA tiene toxicidad mediana para peces, crustáceos, algas y lombrices de tierra. Es de alto riesgo para organismos acuáticos por su adsorción al sedimento.

Restringido en el ámbito federal en los EUA (25% EC).

III. Perfektion:

Es un organofosforado elaborado en base a **Dimetoato**, tiene acción sistémica y de contacto, altamente tóxico, DL50 rata (Por ingestión): > 200 - < 2.000 mg/kg; CL50 rata (Por inhalación): > 3,45 - < 5,4 mg/l 4 h; DL50 rata (dérmica): > 4.000 mg/kg. (BASF, The Chemical Company, 2008).

Efectos agudos: Inhibe la acetil-colinesterasa. Afecta el sistema nervioso e irrita la piel. Se puede morir por fallo respiratorio. Es absorbido por inhalación, ingestión y penetración cutánea.

Efectos crónicos: Altamente tóxico. Tóxico para los riñones, interfiere en la fertilidad masculina y femenina. La EPA plantea que su uso tiene riesgos de efectos mutagénicos, reproductivos y fetotóxicos y se sospecha de efectos cancerígenos. Disminuye la libido y el número de espermatozoides, aumenta la cantidad de espermatozoides muertos en conejos.

Efectos ambientales : Muy tóxico para abejas y aves.

Comportamiento ambiental: Solubilidad en agua: alta. Persistencia en el suelo: ligera a no persistente. Movilidad en el suelo: extrema a alta. Persistencia en agua sedimento: menos persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera.

Prohibido en: Chipre, Estados Unidos. (Observador Latinoamericano de Conflictos Ambientales, 1998) (Ferreira, 2014)

IV. Cipermetrina

Ingrediente activo: cipermetrina. Nombre común (ISO-I): cypermethrin*. Grupo químico: piretroide, clorado.

Nombres comerciales: Agrociper, Ambusuh C, Arimac, Arrivo, Aura, Barricade, Basathrin, Best, Busher, Cascabel, Ciperkay, Cipermetrina, Ciperplus, Cipertox, Combat, Cruz Verde, Citron, Cymbush, Cymperator, Cyperkill, Cypermec, Cypermethrin, Cypermex, Cypertox, Cyrux, Demon, Dismetrina, Exterminator, Fendona, Fenom, Flectron, Folcord, Formucip, Galgotrin, Gana C, Hiperkill, Icametrina, Imperator, Insectfin, Kafil Super, M-16, Mapex Hormiguicida, Missil, Nurelle, Mustang Max, Oryzal, Pest Cord, Polytrin, Pyrimetha, Rambler, Reccio, Ripcord, Rocyper, Sherpa, Stockade, Supertrina, Tiburón, Zipper.

Acción biocida: insecticida, acaricida. Modo de acción: no sistémico, de contacto, estomacal y residual. Actúa sobre el sistema nervioso y disuade la alimentación.

Estabilidad: hidrólisis en medios alcalinos, termoestable, estable a la luz en condiciones de campo. Usos: control de un amplio rango de insectos, como Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Hemíptera en varios cultivos, en el ámbito doméstico, salud pública y para control de ectoparásitos en animales. Formulación: concentrado emulsificable. Mezclas: (+ dimetoato); (+ clorpirifos); (+ tetrametrina); (+ butocarboxim); (+ endosulfan); (+ cobre); (+ imiprotrina); (+ propoxur + tetrametrina); (+ diazinon); (+ tetrametrina + butóxido de piperonil); (+ diclorvos + propoxur); (+ flufenoxuron); (+ profenofos).

IV.a Toxicidad humana

Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): 287 mg/kg, 250-4150 mg/kg; inhalación (ratas): 2,5 mg/L; dérmico (ratas): >2000 mg/kg; dérmico (conejos): >2460 mg/kg. **Clasificación:**

II. Moderadamente peligroso (OMS); nd (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico C o tipo II por piretroides. Toxicidad tópica: capacidad irritativa: ocular positiva (leve); dérmica positiva (leve); capacidad alérgica: negativa.

Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad: nivel 4 (axonopatía); teratogenicidad: no está claro; mutagenicidad: negativa; carcinogenicidad: nd (IARC); C. Posible carcinógeno humano (EPA); disrupción endocrina: categoría 2; otros efectos reproductivos: nd; genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas); Parkinson: nd; otros efectos crónicos: cambios patológicos en hígado, suprarrenales, pulmón y piel. Frases de riesgo

UE: R25: Tóxico por ingestión. R37: Irrita las vías respiratorias. R48/22: Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

Observaciones: conocido por: ser carcinogénico. En Centroamérica es conocido por: Costa Rica: contaminar el polvo de las casas colindantes a cultivo de banano, Limón (2002). Nicaragua: intoxicar a 17 trabajadores del campo por reentrada a cultivo en Tauquil-Jalapa, enero 2006. Residuos en alimentos: Costa Rica: se detectó en hortalizas en 1997-1998.

IV.b Comportamiento ambiental

Solubilidad en agua: baja. Persistencia en el suelo: alta a mediana. Movilidad en el suelo: inmóvil. Persistencia en agua sedimento: menos persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: alta a mediana.

Límites máximos de residuos en agua superficial: 0,0002 µg/L (Suecia); MTR 0,0001 µg/L (Holanda).

Observaciones: tiene bajo potencial de lixiviación. El de su metabolito es mayor. La persistente en el suelo de la cis-cipermetrina es alta y la de la trans-cipermetrina baja. Se encuentra entre los 10 insecticidas problema que superan la norma ecotoxicológica de agua (MTR) en Holanda (2003-2004).

IV.c Ecotoxicología

Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,00069 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,00015 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: mediana; algas: alta, CE50 (72h) *Selenastrum capricornutum* >0,1 mg/L; plantas: helecho acuático: nd.

Observaciones: R50: Muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Efectos ambientales en Centroamérica: Costa Rica: detectado en canales de drenaje y ríos cercanos a parcelas de arroz y al Parque Nacional Palo Verde en el Pacífico (1992, 1998-1999, 2004). Detectado en suelos y ríos de regiones hortícolas de Cartago (2006 y 2008). Guatemala: reportado en agua de consumo humano y superficial de las cuencas Motagua y Amatitlán (1996, 1998-1999).

V. Paraquat

Ingrediente activo: paraquat. Nombre común (ISO-I): paraquat. Grupo químico: bupiridilo. Nombres comerciales: Agroquat, Angloxone, Astroquat, Ati-La, Bioquat, Boa, Brusquat, Cafesaquat, Casaquat, Casuku, Chapeador, Cuproquat, Daviquat, Escopeta, Exprone,

Fedexone, Ferquat, Formuquat, Fuego, Gramecoop, Graminex, Gramoxone, Herbaxon, Herbiquat, Herboxone, Herquat, Inverquat, Jibokem, Kayquat, K-Quat, Kemazone Súper, Malexon, Paraquat, Pillarxone, Quatzone, Radex D, Rimaxone, Seraxone, Serquat, Súper Herbaxon, Súper Proquat, Superquat, Superxone, Ultragrass, Yerba-Xone. Fórmula: $C_{12}H_{14}N_2$. Acción biocida: herbicida. Modo de acción: contacto, absorbido por follaje, con limitada traslocación vía xilema. Genera súper óxido durante la fotosíntesis, dañando la membrana celular, actuando como un quemante. Estabilidad: estable en medios neutros o ácidos, rápidamente degradado en medios alcalinos. Descompuesto por la radiación UV en solución acuosa. Usos: control no selectivo de malezas, especialmente de hoja ancha y gramíneas anuales, en muchos cultivos; en presembrado y zonas no agrícolas, como defoliante en algodón y papa; como desecante en piña, caña de azúcar, soya y girasol. Formulación: concentrado soluble, suspensión concentrada. Mezclas: (+ diuron); (+ diquat); (+ oxifluorfen).

V.a Toxicidad humana

Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): 110 mg/kg; inhalación (ratas): 0,6 mg/L; dérmico (ratas): 200 mg/kg; dérmico (conejos): nd. Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS); Formulación: II. Moderadamente tóxico (oral) (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por bupiridilo. Irrita el tracto respiratorio. Toxicidad tópica: capacidad irritativa: ocular positiva (corrosiva severa); dérmica positiva (corrosiva severa); capacidad alérgica: positiva (corrosiva leve).

Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad: no es clara; teratogenicidad: positiva (anormalidades esqueléticas); mutagenicidad: positiva; carcinogenicidad: nd (IARC); E. Evidencia de no carcinogenicidad (EPA); disrupción endocrina: categoría 2; otros efectos reproductivos: nd; genotoxicidad: negativa (micronúcleos), positiva (aberraciones cromosómicas); Parkinson: positivo; otros efectos crónicos: lesiones en piel, uñas, córnea, pulmón, glándulas suprarrenales y aparato digestivo, úlceras de la piel, daño permanente de la córnea y ceguera. Frases de riesgo UE: R24/25: Tóxico en contacto con la piel y por ingestión. R26: Muy tóxico por inhalación. R36/37/38: Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. R48/25: Tóxico, riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

Límites de exposición: ADI: 0,005 mg/kg; TLV-TWA: 0,1 mg/m³, 0,5 mg/m³; BLV: nd. Límites en agua de consumo: nd (Centroamérica), 31,50 µg/L (ES); 0,1 µg/L (Unión Europea); GV 1 µg/L, HV 30 µg/L (Australia); % TDI nd, GV nd (OMS).

Observaciones: conocido por: tener una historia de provocar accidentes fatales en humanos. En Centroamérica es conocido por: causar el mayor porcentaje de intoxicaciones y muertes. Causar lesiones dermales y oculares ocupacionales. Costa Rica: ser responsable de

anormalidades subclínicas en el intercambio gaseoso en trabajadores agrícolas de banano, café y palma. Tener antecedentes de exposición de los padres a este plaguicida en un estudio de leucemia infantil. Panamá: Provocar dermatitis de contacto. Se encuentra entre los doce ingredientes activos de plaguicidas que más intoxicaciones causaron en Panamá entre 1992 y 2000.

V.b Comportamiento ambiental

Solubilidad en agua: alta. Persistencia en el suelo: extrema. Movilidad en el suelo: inmóvil. Persistencia en agua sedimento: estable. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera. Límites máximos de residuos en agua superficial: nd (Suecia); MTR 0,075 µg/L (Holanda). Observaciones: en el subsuelo y sedimento queda adsorbido (biólogicamente no disponible) por muchos años sin degradación. En la capa superior del suelo, el dicloruro de paraquat se fotodescompone en pocas semanas. El paraquat se acumula en los organismos acuáticos.

V.c Ecotoxicología

Toxicidad aguda: peces: mediana, CL50 (96h) trucha arco iris 19 mg/L; crustáceos: alta, CE50 (48h) dafnidos 1,2-4,0 mg/L; aves: mediana*; insectos (abejas): mediana; lombrices de tierra: baja; algas: extrema, CE50 (72h) *Raphidocelis subcapitata* 0,00023 mg/L; plantas: helecho acuático: extrema.

Observaciones: R50: Muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Algunas especies de crustáceos son muy sensibles en la primera fase de desarrollo, efectos adversos ocurren en un rango de 0,9 a 100 µg/L. De alta a ligeramente tóxico para anfibios. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos. Efectos ambientales en Centroamérica: Costa Rica: en 1987-1988 se reportó en muestras de agua superficial del Lago Arenal (Caribe) y sus tributarios. se determinó la presencia de altos niveles de dicho compuesto en suelo cafetaleros.

4.7- Externalidades socio-ambientales de la industria salinera en la Bahía de la Unión del Golfo de Fonseca de El Salvador

Lic. Welbin Romero Jirón

1. Antecedentes

La producción de sal común (cloruro de sodio) popularmente conocida como sal, es una de las actividades económicas destacada como fuente importante de ingresos de la población asentada en las proximidades del Golfo de Fonseca, entre otros, (Rhi-Sausi & Conato, 2010), (PROARCA - COSTAS, 2001) y (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2011). En el caso de El Salvador, también es una actividad escasamente estudiada, especialmente en términos socio económico y ambiental y de la cual existe escasa información.

La sal común, es un producto utilizado ampliamente por los seres humanos, en la alimentación y en la industria. El método más utilizado para su producción es el confinamiento del agua del mar, la que es evaporada por la acción del sol y el viento obteniéndose la sal. El confinamiento del agua del mar se realiza en estanques elaborados para tal fin, el agua que es captada en la pleamar (nivel más alto que alcanza el agua del mar durante la marea alta) por medio de canales o tomaderos. La elaboración de los



estanques implica la remoción del suelo y por consiguiente la cobertura vegetal existente. En el proceso de evaporación del agua y en la medida que la concentración de sal se incrementa, la salmuera es trasladada en varias ocasiones a reservorios de menores dimensiones con el suelo recubierto con plástico a los cuales se denomina “platos”, a mayor concentración de sal en la salmuera las dimensiones de los platos son menores. Adicionalmente en áreas cercanas al Golfo de Fonseca se prepara la sal también utilizando hornos de leña.

Uno de los efectos ambientales que reiteradamente se asocia a la producción de sal, es precisamente la reducción de la cobertura del bosque salado; (a) el bosque de mangle, si está presente, es eliminado del área que se destinará a la salinera. (b) es un insumo en el proceso productivo, como estacas para fijar los platos. (c) es utilizado como fuente de energía por los productores de sal que utilizan hornos. Este constituye uno de los problemas de mayor relevancia para la sostenibilidad de los ecosistemas costeros salvadoreños, “*De acuerdo con estimaciones recientes, El Salvador, ha seguido, e incluso superado la tendencia mundial en cuanto a pérdida de manglares, observándose una disminución de*

cobertura en torno al 60% desde 1950 hasta la actualidad. En la actualidad solo hay 40 mil hectáreas de manglar en todo el país.” (MARN, 2015). Aunque debe reconocerse que no todo el daño a los manglares proviene de la actividad de las salineras.

“La pesca artesanal, producción de sal, empresas cultivadoras de camarón, caña de azúcar, sandía y melón para exportación, lo mismo que algunas mineras causan impactos ambientales en esta zona desde hace más de 30 años.” (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2011). Estos mismos autores aseguran que el mangle también es utilizado en la construcción de viviendas en zonas costeras, como leña para la cocción de los alimentos en los hogares y la corteza del mangle es usada para el procesamiento del cuero (Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2011, pág. 91).

Las salineras generalmente trabajan en verano debido a que en invierno la salinidad del agua se reduce. Parte de las áreas destinadas a salineras se utilizan con doble propósito producción de sal y camarón (Calderón, 1998, citado por (PROARCA - COSTAS, 2001, pág. 44)), la producción de camarón se realiza de manera artesanal; básicamente se deja entrar agua del mar, generalmente desde los esteros y con está, larvas de camarón, los rendimientos de este tipo de sistema son bajos al compararse con lo obtenidos por los sistemas tecnificados (Monterrosa, 1998).

La producción de sal en las costas salvadoreñas es una actividad tradicional, Andrews, Anthony P. en el informe “Las Salinas de El Salvador: Bosquejo Histórico, Etnográfico y Arqueológico”, asegura que; “La industria salina en El Salvador se remonta a tiempos prehispánicos y tuvo un papel importante en la economía de la colonia,” (Andrews , 1991, pág. 71), en el mismo sentido se expresa el informe “Plan de manejo del área natural y humedal bahía de Jiquilisco” (MARN, 2004, pág. 27).

Desde el punto de vista institucional la actividad salinera ha sido poco atendida, en los hechos muchas salineras han operado sin contar con la concesión correspondiente y en otros casos han ampliado sus áreas sin estar autorizados para ello, situación que está en proceso de solución a través de la legalización y ordenamiento que desde hace algunos años impulsa el Ministerio del ambiente y los recursos naturales (MARN) de El Salvador.

2. Producción de Sal en El Salvador

Una de las limitaciones relevantes del presente trabajo es la escasa disponibilidad de información existente sobre la producción de sal, los datos disponibles corresponden a estimaciones de reportes efectuados alrededor de 15 años atrás. Tampoco fue posible acceder a estudios sociales, económicos y ambientales especializados en la actividad para el caso salvadoreño, generalmente se encuentran referencias a las salineras en estudios relativos a la pesca, acuicultura y el ordenamiento de las cuencas del Golfo de Fonseca, lo

que dificulta efectuar valoraciones, sobre todo, por no considerar en su diseño un fuerte componente de generación de información primaria.

La Producción de sal en el país ha sido suficiente para abastecer la demanda interna. El volumen global ha oscilado entre 50 mil y 100 mil toneladas. De acuerdo a estimaciones, el déficit interno comienza cuando la producción baja de 50 mil toneladas. (Monterrosa, 1998). El 47% de las áreas dedicadas a la producción de sal en El Salvador está localizado en el Departamento de La Unión, según PROARCAS Costas, 2001, con cifras de producción superiores al millón de quintales para ese año y dando empleo a unas 700 personas durante la estación de operaciones de las salineras.

“En El Salvador a diferencia de otros países de la región, no hay grandes inversionistas industriales sino principalmente cooperativas o asociaciones de pequeños productores; la mayoría son excombatientes y ex militares del conflicto armado de los años ‘80, que como resultado de los acuerdos de paz de 1992 obtuvieron terrenos en principio utilizados para producir sal, negocio que dejó de ser atractivo cuando comenzó a importarse sal de México, y por ello incursionaron en camaronicultura, aunque aún en algunas zonas alternan ambos negocios. También hay grupos de pequeños productores que ingresaron a la actividad en los años ‘90 y primera década del 2000.” (Beltrán Turriago, 2013). De acuerdo con (Monterrosa, 1998) en El Salvador existían 128 salineras en un área de 2,978 hectáreas.

3. Marco de análisis

3.1 Potenciales efectos de las salineras en el bosque de mangle

Las salineras se encuentran en tierras del estado, tierras que antes eran manglares en los municipios de La Unión, San Alejo, Pasaquina y Conchagua. (FUNSALPRODECE, 2015). En la literatura relacionada se asocia a la actividad de las salineras, un conjunto de efectos ambientales relevantes, entre otros;

- Acumulación de sedimentos o pérdida y reducción de la permeabilidad de los suelos y áreas de drenaje.
- Modificaciones en la línea costera
- Se modifican los cuerpos de agua
- Cambios en la calidad de las aguas (la salinidad de las aguas puede aumentar)
- Cambios y afectación en las condiciones físicas de los suelos (erosión y salinización)
- Cambios e interrupción en el curso de las corrientes de agua
- Eliminación del hábitat de especies
- Alteración de la calidad de las aguas de superficie

- Pérdida de calidad de vida de las poblaciones locales. (Redmanglar, 2012)

Para (Monterrosa, 1998), existen otros efectos ambientales y externalidades sociales de la producción de sal en el Salvador; La infraestructura para la obtención de sal por el método de secado solar, plantea problemas como el corte de nutrientes de tierra firme al manglar que normalmente sucede por flujo laminar de agua dulce sobre un área considerable de mangle adyacente. La dinámica del deterioro de los recursos naturales en la zona costera de El Salvador se expresa en al menos tres grandes aspectos: a) la reducción del área boscosa, b) el uso inapropiado del suelo, c) la contaminación y salinización de las aguas superficiales y subterráneas.

Por otro lado, si bien el método de cocción requiere de grandes cantidades de madera salada y por lo tanto se le considera agresor del medio ambiente, el método de secado solar demanda de grandes extensiones para la realización del proceso, llegando en algunos casos a superar las 100 ha (contra un cuarto de ha que necesita el método de cocción), lo que resulta sumamente costoso si se considera el precio de la tierra en un país como El Salvador donde la oferta de tierras es muy inferior a la demanda, (Monterrosa, 1998). La salinización y la contaminación del agua y los suelos como producto de los problemas de inundación y el mal manejo de las aguas de riego se ha convertido en un problema que se acentúa cada vez más en el país en la medida que la tala manglares reduce los filtros naturales de retención de sal, de tal manera que los campos de cultivos se hacen cada vez más salinos.

No obstante, en el caso salvadoreño resulta difícil calcular el impacto de las salineras en el bosque de mangle, los ecosistemas asociados y la calidad de los suelos, por 4 razones; (a) No existen registros históricos, (b) Otras actividades como la acuicultura y la agropecuaria también han afectado estos indicadores, (c) Las poblaciones aledañas han utilizado el bosque de mangle como fuente de leña para consumo en el hogar y para la construcción de viviendas, y (d) Cambios naturales de la geografía local (mareas, eventos climáticos, tectónicos y cambios en el uso de suelos en las zonas altas de las cuencas vinculas). Elementos que en mayor o menor medida han contribuido a estructurar la actual situación de dicho bosque.

En todos los lugares donde se ha producido una deforestación masiva de manglares, se han reducido drásticamente las capturas de la pesca costera ya que un elevado número de especies de peces con valor comercial se reproduce en los manglares y, sin estas zonas de refugio, no sólo se destruye el sustrato vital de dichos peces, sino también de la población costera. Con los bosques desaparece también la barrera natural que protege la región costera limítrofe contra los temporales, los maremotos, las inundaciones y la erosión. (Lighthouse-foundation, S/F).

3.2 Otros efectos ambientales

Desde otra perspectiva, la actividad salinera afecta en su proceso productivo directamente a un volumen considerable de fauna de valor comercial y ambiental, que ingresa a los estanques cuando estos son llenados (Barillas, 2012), de estos solo se aprovechan ocasionalmente los adultos. Del mismo modo, las salineras son productoras relevantes de desechos de plástico utilizados en los platos, que al no cumplir otra función más que la de aislar la sal del suelo, se debe suponer que se utilizan tipos de polímeros de mayor persistencia y agresividad con el ambiente marino (mayor información sobre los problemas ambientales con los plásticos en el apartado; Desechos de plástico de la producción melonera de Honduras en cuencas vinculadas al Golfo de Fonseca).

Los efectos de la actividad también tienen repercusiones sociales y económicas, positivas y negativas en las poblaciones con las que coexisten, no obstante, no fue posible acceder a trabajos actualizados sobre esta actividad y sus repercusiones ambientales y socio económicas, de ahí que avanzar en el conocimiento de la temática resulte de singular importancia para los procesos de toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de la economía salvadoreña y el proceso de adaptación al cambio climático de las comunidades costeras del país.

4. Metodología y delimitación del estudio

La selección del rubro y los temas a estudiar son resultados de la iniciativa de FUNSALPRODESE organismo socio del proyecto general en El Salvador, el diseño metodológico se definió mediante un proceso de intercambio entre CIDEA – UCA, FUNSALPRODESE y el autor, en el mismo se incluyó el uso de información secundaria y primaria esta última fue recopilada por FUNSALPRODESE en El Salvador, para ello se definió un cuestionario semiestructurado.

El estudio se concentrará en una salinera y en tres indicadores de está; a) Producción de desechos de plástico de la salinera, b) Consumo de mangle en el proceso productivo, c) Volumen de fauna de valor comercial y ambiental, joven y adulta, afectada en el proceso productivo. El trabajo es del tipo estudio de caso, no obstante, dada la escasez de información sobre la actividad, el mismo tiene más un importante valor exploratorio para llamar la atención sobre la necesidad de profundizar en estudios posteriores, sobre los efectos ambientales y económicos de las salineras, y la identificación de alternativas de mitigación a los problemas que la actividad enfrenta.

Por la época del año en que se levantó la información, no fue posible efectuar los muestreos para determinar el volumen de fauna de valor comercial y ambiental afectada en el proceso productivo, ya que como se recordará, la actividad salinera se desarrolla en los meses de

verano. Por lo que los resultados que se presentarán se corresponden únicamente con los con los numerales a y b del párrafo anterior.

4.1 El Estudio de caso

Se recopilieron datos de una salinera catalogada como pequeña del cantón Los Jíotes de San Alejo ubicado en las coordenadas 13°27'0" N y 87°51'1.08" O, la zona donde existe la mayor concentración de salineras de la Bahía de la Unión, de acuerdo con estimaciones de FUNSALPRODESE (2015) actualmente en La Bahía existen unas 100 salineras, de las cuales entre 60 y 70 están en Los Jíotes, aunque no se cuenta con datos de las extensiones reales. La comunidad situada a unos 3 km hacia el norte de la desembocadura del río Goascorán, tiene una población de 2,536 personas. Es la principal actividad económica en Los Jíotes, seguida de la ganadería y la agricultura.

La extensión total de la salinera es de 7,855.7 m², emplea 4 trabajadores permanentes en el período de operaciones y 4 temporales para el traslado de la sal desde la salinera hasta la bodega. La información de la salinera se recopiló en el mes de junio, cuando esta no se encontraba en operaciones. En los meses de verano se produce sal y la época lluviosa encierran camarón y peces para su cultivo de manera artesanal, como actividad complementaria.

Tabla 1: Áreas de la salinera estudiada

Salinera de Los Ojotes Dimenciones de las áreas del proceso productivo en metros ²	
Concepto	Área
Área total	7,855.7
Área de estanque y platos	4,865.0
Estanque principal	1,816.5
2 Platos de evaporación primaria	986.74
3 platos de evaporación secundaria	1,104.8
14 platos de secado	956.96
Fuente: FUNSALPRODESE, 2015	

El área del estanque principal es de 1,816.5 m² con bordas de 1.5 m de alto contiguo al manglar o aun canal, en la tabla 1 se puede observar la distribución internas de las áreas. Las bordas de los platos primarios y secundarios son de 30 a 40 cm. El agua es pasada en cada sección de la salinera a través de estaciones de bombeo. Y los platos están conectados entre sí con tubería de pvc. La producción de sal se estima en 400 qq por manzana, equivalente a 571.4 qq por hectárea.

5. Resultados

Existe abundante literatura sobre la importancia de los manglares para los ecosistemas costero marinos, en el anexo 1 una discusión sobre estos y los métodos de valoración de los mismos. De la misma forma, existe coincidencia sobre el papel de las salineras en la reducción histórica del bosque salado en El Salvador, entre otros; (Barillas, 2012),

(Martínez Ortiz & Bravo Moreno, 2011), (Amigos de la Tierra, 2013). Aunque por lo años de estarse produciendo, el que una parte considerable de las áreas se han reconvertido a camaronerías y los otros usos dados a la madera del mangle, así como por la falta de datos históricos sistematizados, no es posible valorar el efecto directo de las salineras a la reducción del bosque de salado.

Pero también por el hecho de que cerca de la mitad de estas son de doble propósito y en casos tienen concesiones para salinera en verano y camarones en invierno, por lo que hasta que no se concluya el proceso de ordenamiento que impulsa el MARN y se cuente con una clasificación adecuada, es difícil considerar una cifra de la extensión de las salineras existentes en la Bahía de La Unión. La Asociación de Salineros de la Bahía de La Unión (ASABLU), considera poco prudente brindar sus estimaciones de área en producción precisamente por el proceso de ordenamiento que impulsa el MARN y la posibilidad implícita de comprometer una cifra (FUNSALPRODECE, 2015).

Respecto del área total de las salineras existen varios trabajos que proponen estimaciones sobre estas, los estudio de Amigos de la Tierra (2013); *“Plan de Manejo del Área Natural Bahía de la Unión; El Salvador”* y el de FOMILENIO II (2012); *“Evaluación Ambiental Estratégica; Informe No. 2. EXPLORACIÓN DE ALTERNATIVAS: PESCA, AGROFORESTERÍA Y TURISMO, Sobre la base de la restauración y aprovechamiento inclusivo y sostenible de los ecosistemas y recursos costero-marinos”*.

De acuerdo con (Amigos de la Tierra, 2013) en 1997 existían 100 productores de sal en La Bahía de la Unión con 728 hectáreas, aunque como se comprenderá esta cifra es bastante conservadora por los años transcurridos.

“La producción de sal se da en Pasaquina (San Felipe y Piedras Blancas) y San Alejo (Los Jíotes), para la producción de sal, en 1997 se utilizaban 456 ha en Pasaquina, y 272 ha en San Alejo, con 43 y 57 productores respectivamente ((Gallo et al. 2010) citado por (Amigos de la Tierra, 2013, pág. 29)).

“Se ha identificado 18 salineras funcionando en forma ilegal o con irregularidades en su documentación, más del 90% de las salineras han ampliado el espacio geográfico sin ninguna autorización (CODECA 2006). Así mismo, según el Equipo de Guarda-recursos del MARN y del proyecto ECOPECA. En la actualidad existen algunas nuevas salineras y otras que han incrementado su extensión...” (Amigos de la Tierra, 2013, pág. 30).

Por otro lado, (FOMILENIO II, 2012) plantea que en la Bahía de la Unión existen 611 hectáreas destinadas a acuicultura y producción de sal;

“Además, dentro del bosque salado se encuentran 2,052 hectáreas intervenidas para acuicultura y producción de sal: 61% (1249 ha) en la Bahía de Jiquilisco; 30% (611 ha) en Bahía de La Unión; y 9% restante en Estero de Jaltepeque (125 ha) y Los Cóbano (66 ha). El cultivo de camarón se da principalmente en Bahía de Jiquilisco, en tanto que la producción de Sal se da principalmente en Bahía de La Unión. (FOMILENIO II, 2012, pág. 12)”

De acuerdo a (FUNSALPRODECE, 2015), en la Bahía de la Unión solo existen 2 camarónicas con una extensión aproximada de 10 hectáreas, por lo que estiman que el área total de las salineras en la Bahía sería de 600 hectáreas. Con estos datos se debe concluir que el área de las salineras se habría reducido, consistente con lo planteado por (Amigos de la Tierra, 2013, pág. 29) en el sentido de que;

“La producción de sal ha venido decayendo durante los últimos 10 años...”, pero a continuación Pp. 30 se indica que; “Se ha identificado 18 salineras funcionando en forma ilegal o con irregularidades en su documentación, más del 90% de las salineras han ampliado el espacio geográfico sin ninguna autorización (CODECA 2006). Así mismo, según el Equipo de Guarda-recursos del MARN y del proyecto ECOPESCA. En la actualidad existen algunas nuevas salineras y otras que han incrementado su extensión, es por ello que MARN está impulsando estudios para verificar el número de salineras y camarónicas de los ecosistemas de bosque de manglar...”, por su parte, (FOMILENIO II, 2012, pág. 2) hace referencia a que el área en cuestión se ha incrementado.

Un problema de los datos recogidos en ambos estudios es que no se tuvo acceso a la fuente de la información, en el texto de Amigos de la Tierra está la fuente pero en la bibliografía no están los detalles de la mismas y en el caso de FOMILENIO no se indica la fuente de la información o el método mediante el cual se construyó el dato. En cualquier caso lo que es claro es que no se cuenta con información que no deje dudas sobre la extensión de las salineras en El Salvador y en particular en la Bahía de la Unión, se lo que representa una importante limitante para el presente reporte, por lo que los datos que se presentan deben ser tomados con cautela y ajustados una vez que al MARN concluya el proceso de verificación, ordenamiento y entrega de las concesiones. Por ser el dato más reciente se tomara el dato de FOMILENIO - FUNSALPRODESE; 600 hectáreas.

5.1 Efecto del cambio climático en las costas de El Salvador

Los escenarios sobre el impacto del incremento del nivel del mar como consecuencia del cambio climático, ubican a El Salvador como uno de los países más afectados en su territorio continental, que constituye una importante amenaza para las actividades económicas costeras.

“De acuerdo a los cálculos realizados, y considerando las proyecciones globales se tiene que la zona costera estaría expuesta en los próximos 100 años a una pérdida de área que va desde el 10% del total (149.1 km²) bajo el escenario optimista de 13 cm de incremento, hasta 27.6% (400.7 km²), bajo las condiciones pesimistas de 1.1 m de elevación del nivel del mar.” (Monterrosa, 1998, pág. 27).

Aunque la misma autora considera que los estudios de impacto aún son incipientes como para extraer conclusiones, en este mismo sentido se expresa el Gobierno de El Salvador (Gobierno de la República de El Salvador, 2013), sin embargo, como se habrá observado los impactos previstos podrían ser dramáticos para la línea costera de El Salvador y las actividades que en ella se desarrollan, especialmente las salineras, acuicultura y agropecuario, del mismo modo, los cambios socio económicos que ello implica serían de magnitud considerables.

Por lo que resulta relevante avanzar en la contención y de ser posible reversión de los daños ocasionados al bosque de mangle, como mecanismo de protección de las costas, así como, en planes contingentes de reconversión de actividades productivas y el desarrollo de planes de reubicación y ordenamiento de las actividades económicas, a fin de reducir los efectos de dichos cambios en los aspectos sociales y económicas.

5.2 La extensión de la salinera estudiada y el área efectivamente utilizada

En el caso estudiado uno de los primeros elementos que salta como pregunta es sobre la eficiencia en el uso del suelo, la extensión total de la explotación salinera estudiada es de 7,855.7 m² mientras el área efectiva en la que se produce la sal es de 4,865.0 m², equivalente al 61.9% del total de la explotación, que a simple vista pareciera bajo. Desafortunadamente no se tuvo acceso a referentes con los cuales comparar estos indicadores, por lo que el tema debe ser objeto de estudios futuros.

El país al decidir que esta área sea utilizada para la producción de sal renuncia a la una determinada área de bosque salado y los beneficios ambientales que se le asocian, en ausencia de estímulos para el aumento de la eficiencia del proceso productivo, se puede desarrollar un juego de suma cero, ni se produce sal, desperdiciándose la posibilidad de generar empleo, ingresos y dinamismo económico pero tampoco se reciben los beneficios de contar con un área mayor de bosque. Que en el caso salvadoreño es de singular importancia dado que está considerado entre los países con mayor vulnerabilidad frente al incremento en el nivel del mar asociado al cambio climático.

5.3 El consumo de mangle como insumo en la producción de sal

De acuerdo con la información recolectada por FUNSALPRODESE la salinera estudiada cuenta con 14 platos de secado con las siguientes dimensiones;

- 7 platos de 1.8 x 38 m
- 2 platos de 1.8 x 30 m
- 2 platos de 1.8 x 26 m
- 3 platos de 1.8 x 35 m

El área total de la salinera destinada al secado (lo que se denomina área de producción) es de 956.96 metros², el área efectiva de producción de acuerdo al número de platos y sus dimensiones es de 869.4 metros², en estas se utilizan 1,602 estacas de mangle para fijar el plástico de los platos, con dimensiones de 0.25 metros de largo por 3.14 de diámetro, que transformados a metros³ a través de la fórmula utilizada para el cálculo de volumen en los aprovechamientos de leña; $V = L * A * H * 0.784$, donde;

- V: Volumen cubico en metros
- A: Ancho de la leña en metros
- L: Largo de la leña en metros
- H: Altura leña en metros (González & Cuadra Cruz, 2004)

Da como resultado un total de 0.3939 metros³ de mangle por hectárea de salinera, considerando un área total de la explotación de 7,855.7 metros², que las estacas en las salineras tiene una vida útil de entre 2 y 3 años (temporadas). Si se asume que el área total de las salineras en la Bahía de la Unión es de 600 hectáreas, el consumo de mangle es de 236.38 metros³ cada 2 o 3 años. A fin de contextualizar ese dato conviene compararlo con la capacidad de crecimiento de este tipo de bosque, al respecto un trabajo elaborado desde el CATIE indica;

“En un estudio llevado a cabo por el MARN y la DGRNR de El Salvador en Barra de Santiago se ha podido evaluar el crecimiento anual de varias especies en un manglar de 16 años de edad... medidos para 13 rodales con densidades entre 1,550 – 3250 árboles/ha... los IMA²⁹ fueron de 0.59 – 1.14 cm en DAP³⁰ 0.8 – 1.2 m en altura y 7.0 – 18.7 m³/ha.” (Cordero, 2003, pág. 855).

Lo cual implica que en una hectárea de bosque maduro de mangle con alta densidad de árboles, clave para la capacidad de crecimiento del bosque, se puede aprovechar entre 7 y 18 m³/ha anuales, sin sufrir pérdida en su volumen pero también imposibilitando su incremento. Se asevera que se trata de un bosque de alta densidad dado que (entre otros);

²⁹ Incremento Medio Anual

³⁰ Diámetro Normal o Diámetro a la altura del pecho

Un estudio de (Valle, Osorno-Arango, & Gil-Agudelo, 2011) en el Caribe colombiano encontró una densidad de 2,100 árboles/ha, el trabajo; Análisis de la estructura del manglar de la Laguna de Juluápan, COL., México, encontró densidades entre los 606.4 y 2,312 árboles/ha (Jiménez Quiroz & González Orozco, 1996), el inventario Nacional Forestal de Nicaragua (INAFOR, 2009), encontraron una densidad promedio en el bosque de mangle de 73.1 árboles/ha.

Lo cual da lugar a la construcción de varios escenarios, no obstante se presentaran solo tres;

- **El escenario pesimista** considera que las estacas tienen una vida útil de 2 años y que el Incremento Medio Anual (IMA) del bosque de mangle es de $7 \text{ m}^3/\text{ha}$, se requiere de 16.88 hectáreas de bosque salado anuales para satisfacer la demanda de estacas de las salineras.
- **El escenario optimista** considera que las estacas tienen una vida útil de 3 años y que el IMA del bosque de mangle es de $18.7 \text{ m}^3/\text{ha}$, se requiere anualmente de 4.21 hectáreas de bosque con alta densidad de árboles.
- **Escenario intermedio** se toman los puntos intermedios de cada indicador considerado de forma que; las estacas tienen una vida útil de 2.5 años y el IMA del bosque de mangle es de $12.85 \text{ m}^3/\text{ha}$, se requerirían anualmente 7.35 hectáreas de bosque de alta densidad.

El cálculo realizado no incluye otros usos que se dan en las salineras a la madera del bosque de mangle; varas para enrollar el plástico, construcción de bodega, etc., con lo que la demanda es mayor, aunque el resto de usos dados a esta madera también debe ser objeto de futuros estudios.

5.4 La producción de desechos de plástico de las salineras

Las salineras utilizan plástico negro para aislar la salmuera del suelo en la última fase de secado, en lo que denominan platos de secado, de acuerdo con FUNSALPRODESE el plástico tienen una vida útil de 2 años, es decir; 2 temporadas. La cantidad de plástico utilizado se corresponde con las dimensiones de los platos indicados en el apartado anterior, que como se indicó es de 869.4 metros^2 de un área total de la explotación de $7,855.7 \text{ metros}^2$, equivalente al 11.1%, a falta de otros datos se asumirá que esa relación es válida para el total del área de salineras de la Bahía de la Unión.

Tabla 2: Volumen de desechos de plástico generado por las salineras de la Bahía de la Unión

Calculo del volumen de desechos de plastico generado por las salineras de la Bahía de la Unión		
N°	Concepto	Cantidades
1	Área total de la explotación (m ²)	7855.7
2	Área efectiva secado (m ²)	869.4
3	ATE/AES (%) 3: 2/3	11.1%
4	Área total de salineras Bahía de la Unión (ha)	600
5	Área de secado total Bahía de la Unión (ha) 5: 4*3	66.40
6	Peso de plastico cal. 600 (kg/m ²)	0.15151515
7	Ton de desechos de plastico anual 7: ((5*10,000*6)/1000)/2	50.3051056
Fuente: Eñaboración propia en base a datos proporcionados por FUNSALPRODECE y paginas Web de distribuidores de plástico negro, 2015.		

Manteniendo el área total de las salineras de la Bahía de la Unión en 600 hectáreas, el área total de secado es de 66.4 ha, el peso estimado³¹ del plástico negro calibre 600 es de 0.15 kg/m², con estos datos el estimado de desechos de plástico anuales que generan las salineras equivale a 50.3 ton anuales. Que como se comprenderá constituye una importante fuente de contaminación para las aguas de la Bahía y del Golfo.

5.5 Institucionalidad pública y salineras

Por disposición constitucional los recursos naturales de El Salvador están protegidos por el Estado (Constitución de la Republica de El Salvador, 1988). Las salineras se encuentran reguladas por la Ley de Minería (Decreto N° 544) en vigencia desde 1996, aunque esta remite la regulación aplicable al Reglamento para el establecimiento de salineras y explotaciones con fines de acuicultura marina en los bosques salados vigente desde 1986, derivado del artículo 30 de la Ley Forestal y hasta 1996 administrado por la autoridad forestal de El Salvador.

La Ley de Medio Ambiente (1988) en el artículo 74 establece que los manglares son reservas ecológicas, prohibiendo su alteración. Además categoriza las zonas costero – marinas donde están contenidos los bosques de mangle como áreas frágiles, este tipo de áreas requieren para su utilización de permiso ambiental, para lo cual se requiere de la presentación de un estudio de impacto ambiental, con lo cual las concesiones a las salineras pasaron a ser responsabilidad del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Al igual que muchas otras de nuestros países, la legislación relativa a la actividad de las salineras es bastante antigua y se centra más en la tramitología para otorgar las concesiones que en la normativa de su operación para alcanzar hasta donde sea posible, un máximo neto de beneficios para la sociedad en su conjunto. Mientras el traslado del otorgamiento de las concesiones al MARN tiene un enfoque orientado a la protección del bosque de mangle,

³¹ El dato se calculó a partir de información obtenida de las páginas Web de 2 distribuidores de este material: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&products_id=342 y de <http://hydrocultura.com.mx/producto/plastico-para-invernadero/>.

que al de desarrollo de normas que estimulen el mejoramiento de la eficiencia del proceso productivo de la extracción de sal y el uso de tecnologías limpias.

La falta de normas técnicas que regulen las prácticas de las salineras, influye en las posibilidades de estas de implementar procesos y técnicas que mitiguen los efectos negativos que se le asocian. Permitiendo que la actividad se maneje según las tradiciones que la actividad ha desarrollado, las que por acumulación o por los adelantos en el conocimiento, en la actualidad se consideran agresoras de los ecosistemas.

Mientras el marco legal e institucional se estabiliza, la necesidad de la población de obtener ingresos y las dificultades de las instituciones para ejercer los controles establecidos, ha permitido un crecimiento desordenado de las salineras, lo que se agravó con el hecho de que los habitantes de las zonas en las que se realiza la actividad son de bajos ingresos, así como la necesidad de brindar alternativas económicas a los excombatientes del conflicto armado salvadoreño.

De acuerdo con Prisma (Cartagena., Escobar, & Díaz, 2012) citando a Currie (1995) indica que a esa fecha el 97% de las camaroneras eran salineras reconvertidas, muchas de las cuales habían sido entregadas a ex combatientes del conflicto armado. Los esfuerzos actuales de legalizar y ordenar la actividad de las salineras constituye un importante avance que podría orientarse a la mitigación de los efectos ambientales de la actividad, si se introducen normas técnicas obligatorias dirigidas a mejorar la eficiencia productiva, en el uso del suelo e introducir técnicas de producción más limpia.

5.6 Conclusiones

Es importante profundizar el proceso de ordenamiento de y formalización de las concesiones de las salineras, así como, del desarrollo de un sistema básico de estadísticas orientadas a evaluar los resultados de la actividad productiva. Esto último requiere se defina una institución que efectivamente se haga cargo de la regulación de la extracción de sal propiamente dicha.

Definir normas técnicas para el uso del agua de mar y el proceso de extracción de sal, orientado a la introducción de las mejores prácticas productivas y ambientales en la actividad.

El consumo de mangle aunque no parece excesivo puede ser devastador para zonas de alta concentración de salineras, sobre todo porque el cálculo presentado solo refleja su consumo para estacas, por lo que se requiere definir normas de relación de las salineras respecto del bosque de mangle orientadas a resultados, es decir; evitar concentrarse en los permisos de extracción, pero enfatizando en el crecimiento – reducción del mismo.

La producción de desechos de plástico es significativa, por lo que conviene evaluar la posibilidad de desarrollar alternativas de uso o disposición del mismo, en zonas costeras con altos volúmenes de desechos de plástico por actividad humana, pequeños negocios de recolección para reciclado o elaboración de productos de uso cotidiano han tenido algún éxito en el caso de Nicaragua.

Finalmente se requiere de estudios que profundicen en los índices de uso de la tierra y la productividad de las salineras, en funciones de tener una idea más próxima a la competitividad de la industria frente a usos alternativos de las tierras del bosque salado.

Bibliografía

- Amigos de la Tierra. (2013). *Plan de Manejo del Área Natural Bahía de la Unión, El Salvador*.
- Andrews , A. P. (1991). *Las Salinas de El Salvador: Bosquejo Historico, Etnográfico y Arqueológico* . National Geographic Society de Washington, D.C.
- Barillas, M. (2012). *Estimación del Riesgo Local en Comunidades de 19 Municipios del Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua)*. CIDEA - UCA.
- Beltrán Turriago, C. S. (2013). *Contribución de la Pesca y Acuicultura a la Seguridad Alimentaria y el Ingreso Familiar en Centroamérica*. FAO.
- Cartagena,, R. E., Escobar, E., & Díaz, O. (2012). *La zona costera de Usulután: Retos para la gobernanza ambiental territorial*. San Salvador: Prisma.
- Cordero, J. (2003). *Árboles de Centroamérica : un manual para extensionistas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- (s.f.). *Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador*.
- FUNSALPRODECE. (2015). *Comunicación interna del proyecto*. La Unión, El Salvador.
- Gobierno de la República de El Salvador. (2013). *Segunda Comunicación Nacional Sobre Cambio Climáticos* . San Salvador: Gobierno de la Republica de El Salvador.
- González, Y., & Cuadra Cruz, M. (2004). *ESTANDARIZACION DE UNIDADES DE MEDIDAS Y CALCULO DE VOLUMENES DE MADERA*. Managua: INAFOR.
- INAFOR. (2009). *Resultados Inventario Nacional Forestal 2007 - 2008*. Managua: INAFOR.
- Jiménez Quiroz, M. D., & González Orozco, F. (1996). Análisis de la estructura del manglar de la Laguna de Juluápan, COL., México. *Ciencia Pesquera*, 12, 8.
- Lighthouse-foundation. (S/F). *Fundación oara los mares y los oceanos*. Recuperado el 2 de Junio de 2015, de Manglares: artífices de la vida en suelos salinos: <http://www.lighthouse-foundation.org/index.php?id=74&L=2>
- Maldonado, E. (16 de Mayo de 2003). *El Salvador.com*. Recuperado el 6 de Junio de 2015, de Sueños salados de Los Jíotes: <http://www.elsalvador.com/diarios/oriente/2003/05/16/actualidad/nota1.html>
- MARN. (2004). *Plan de Manejo del Área Natural y Humedal de la Bahía de Jiquilisco*. San Salvador: UCA Editores.

- MARN. (2015). *Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales*. Recuperado el 06 de Junio de 2015, de La restauración y conservación inclusiva de manglares: estrategias de adaptación al cambio climático: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1987:la-restauracion-y-conservacion-inclusiva-de-manglares-estrategias-de-adaptacion-al-cambio-climatico&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227
- Martínez Ortiz, A., & Bravo Moreno, J. (2011). Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca; El Salvador, Honduras y Nicaragua. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina*, 39 - 101.
- Monterrosa, M. (1998). *Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador; Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador*. San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- PROARCA - COSTAS. (2001). *Corredor Biológico Golfo de Fonseca; El Salvador*. PROARCA - COSTAS.
- Redmanglar. (21 de Marzo de 2012). *Información Salineras; ¿Qué son las salineras*. Recuperado el 6 de Abril de 2015, de Redmanglar Internacional: http://redmanglar.org/sitio/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=43&Itemid=68
- Rhi-Sausi, J. L., & Conato, D. (2010). *COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA E INTEGRACIÓN EN AMÉRICA LATINA: LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO FRONTERAS ABIERTAS*. IILA - CESPI.
- Rubio, R. (1998). *Estrategia de Desarrollo Sustentable para la Zona Costero Marina de El Salvador*. San Salvador: Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Valle, A. G., Osorno-Arango, A. M., & Gil-Agudelo, D. L. (2011). *ESTRUCTURA Y REGENERACIÓN DEL BOSQUE DE MANGLAR DE LA CIÉNAGA DE CHOLÓN, ISLA BARÚ, PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO, CARIBE COLOMBIANO*. Santa Maria, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

Anexos

Anexo 1

Aproximación a la importancia y valor del bosque salado

Según Molina y Serrano (2004), el valor de los usos de los recursos está en relación directa con los beneficios y servicios que ofrecen los recursos naturales. En cuanto a los beneficios ambientales generados estos se clasifican en:

Beneficios de nivel local: Son los beneficios derivados del uso de los bienes o servicios del bosque y que generalmente son obtenidos directamente por el propietario, administrador u otros usuarios del bosque. Por ejemplo: los frutos y productos no maderables recolectados para la venta o el autoconsumo, leña usada o vendida, la madera, etc.

Beneficios en el nivel nacional o departamental: son aquellos beneficios derivados de los bienes o servicios del bosque y que son capturados fuera del nivel local del bosque. Por ejemplo, los beneficios derivados de la protección de las cuencas o de la protección de los hábitats de la vida silvestre, y algunos beneficios derivados de la protección de la biodiversidad biológica.

Beneficios de nivel global: son principalmente los beneficios derivados de la existencia del bosque y que son recibidos por individuos que habitan fuera de la frontera de la nación en la que se generan dichos beneficios. Un ejemplo son las funciones de captación y sumidero de carbono.

Entre los principales bienes ambientales tenemos: Agua para uso doméstico, agua para la agricultura, agua para la ganadería, madera, plantas medicinales, leña y carbón, semillas forestales, alimento vegetal, plantas y frutos comestibles, bejucos, troncos, material biológico, productos no maderables, animales y artesanías.

Entre los principales servicios ambientales tenemos: Captación hídrica, suplidor de agua subterránea, protección de suelo, fijación de nutrientes, control de inundaciones, retención de sedimentos, fijación de carbono, belleza escénica, protección de la cuenca.

Valor de Uso Directo

De acuerdo a Molina y Serrano (2004) se determina este valor por los beneficios y servicios consumibles directamente del recurso natural, en este caso del bosque y del bosque de manglar. Por ejemplo:

A. Alimentos, provenientes de la agricultura (granos, frutas, verduras, hierbas), ganadería, camaróneras y pesca artesanal, etc.

B. Leña y carbón para uso doméstico (entendido como uso sostenible);

C. Taninos para uso en curtiembres;

D. Atractivos Ecoturísticos, como Instalaciones y Servicios Interpretativos (Centros de Información, Senderos, etc.) e Instalaciones Turísticas Diversas (Servicios de Guías, Restaurantes, etc.)

Valor de Uso Indirecto

Se determina este valor en base a los beneficios funcionales que brinda el recurso (Molina y Serrano, 2004). Por ejemplo:

A. Funciones Ecológicas, que se relacionan con:

- estabilización de las costas (como barreras protectoras contra vientos),
- alimento y refugio de vida silvestre. En ecosistemas de manglar existe abundante fauna asociada: peces, reptiles, moluscos, crustáceos, avifauna, insectos y mamíferos.

B. Generación de O₂ y Captación o Secuestro de CO₂. Un servicio de gran relevancia que brinda la vegetación del bosque, produciendo oxígeno mediante la fotosíntesis y fijando y asimilando el CO₂ en la biomasa orgánica, reduciéndose la concentración excesiva del mismo y por lo tanto, disminuyendo el efecto invernadero. El carbono se almacena tanto en biomasa viva (plantas, ramas, follaje y raíces) como muerta (hojarasca, restos de madera, materia orgánica del suelo etc.). Cualquier actividad que afecte al volumen de la biomasa en la vegetación y el suelo tiene capacidad para retener -o liberar- carbono de la atmósfera o hacia la atmósfera. (FAO, 2001 –citado por Molina y Serrano, 2004).

C. Regulación Hidrológica. La valuación de los servicios de regulación hidrológica resulta compleja ya que abarca procesos de erosión y exposición de los suelos por deforestación, sedimentación, cambios en calidad de agua, equilibrio de cuencas y sitios hidrológicos, recarga de mantos acuíferos y cauces de ríos, inundaciones, etc.

Valor de No Uso de los Recursos

Se determina este valor en base a los beneficios funcionales que brinda el recurso. (Molina y Serrano, 2004.) Por ejemplo:

A. Valor Opción. Se determina este concepto, como el valor que tienen los recursos naturales para no cerrar la posibilidad futura de utilizar el bien. Un aspecto sustantivo en este punto es la Biodiversidad del bosque de manglar y boques no salobres circundantes. La fauna de los mismos está formada por comunidades de animales asociados a bosques secos y húmedos, estuarios, pastizales y cultivos. La presencia de estos sistemas naturales provoca una alta diversidad: aves, mamíferos y reptiles. Según Constanza, et al, 1997, (citado por Molina y Serrano, 2004) los valores de opción para los bosques

centroamericanos se establecen igualmente y de manera conservadora en 10 USD anuales por hectárea, sumando la biodiversidad y el potencial de uso de los recursos.

B. Valor Existencia. Se define como el valor de saber la existencia del recurso natural (legado, benevolencia, simpatía, creencia del derecho de existencia de otra forma de vida). Aquí hay dos temas de relevancia. El primero, los Hábitats. En los bosques de mangle y áreas vecinas, hay en general, dos ecosistemas: un acuático (estuarino) y un terrestre (bosque); a su vez, en estos, hay varios hábitats que son ocupados por distintas especies: ríos, estero, zona intermareal, manglar, bosque seco, bosques húmedos, etc. Para el caso de los bosques de Centroamérica no se ofrecen estimaciones del valor intrínseco o de existencia. El segundo tema importante es el de las Especies en Proceso de Extinción. En los bosques de mangle y otros bosques vecinos, se encuentran numerosas especies que son consideradas en peligro de extinción tanto de flora, tanto maderables de bosques no manglares, como mangles propiamente dichos y de fauna como mamíferos y aves. Eso sin considerar el impacto sobre crustáceos, moluscos y peces.

Anexo 2

Matriz de Efectos y Riesgos Potenciales al Ambiente en la Producción de Sal en la Bahía de la Unión Golfo de Fonseca de El Salvador				
Actividades / Procesos	Acción / Cambio	Efectos	Mitigación / Adaptación	Comentarios
Modificaciones del terreno	Destrucción de manglares	Acumulación de sedimentos,	Recuperación de la cobertura vegetal en áreas intervenidas en la construcción de las salineras y por cortes para uso como combustible para hornos	Podría establecerse un programa de reforestación de las áreas intervenidas, como requisito para otorgamiento o renovación de concesión
		Reducción de permeabilidad de suelos		
	Modificaciones en los cuerpos de agua	Cambios en línea costera,	Poco se puede hacer, aparte de suspender las actividades de las salineras. Y adicionalmente grandes inversiones por el Gobierno, como lo hacen en otros países	Nuestros países no tienen los recursos para dar alternativas a los productores o para las inversiones.
		Cambios e interrupciones de corrientes de agua	Habría que estudiar caso por caso para estimar las posibilidades de tomar medidas de mitigación.	
	Salinización de suelos	Afectación en tierras de cultivo	Es común frenar o revertir el proceso mediante costosos «lavados» de los suelos para lixiviar las sales, o cultivar plantas que toleren mejor la salinidad.	La primera alternativa es muy costosa. La segunda puede ser más factible. Las plantas Halófitas son tolerantes a altas concentraciones de sal y además resisten tanto las sequías como las inundaciones. Y sus semillas son candidatas plausibles a ser biocombustibles
	Pérdida de calidad visual	Pérdida de paisaje	Recuperación de la cobertura vegetal	Podría establecerse un programa de reforestación alrededor de las salineras, en conjunto Gobierno-Salineros -

				comunidades
Operación de salinera	Cambio en calidad de agua de mar	Afectación del hábitat de especies marinas	Poco se puede hacer, aparte de suspender las actividades de las salineras	Este es un tema que genera discusión, sobre la existencia o no de la afectación, ya que – dicen- las aguas de desecho muy poco van al mar, por la evaporación
	Alteración calidad de aguas dulces subterráneas y superficiales	Pérdida de calidad de vida de poblaciones	Promoción de programas de cosecha de agua potable y perforación de pozos artesiano para acceder a aguas dulces para la población	Este tema debe de abordarse desde la responsabilidad del Gobierno de proveer agua potable a sus habitantes
	Creación de empleo	Ingresos económicos para comunidades	Dado que estos ingresos son estacionales, usar las instalaciones para crianza extensiva de camarones en estación lluviosa	Efecto positivo, solamente contrastar su bondad con las consecuencias para la salud
	Seguridad e Higiene Ocupacional	Enfermedades de riñones, piel, respiratorias, etc.	Brindar equipamiento de protección a los trabajadores y atención en salud permanente en dolencias endémicas	La situación es complicada, debido al bajo precio de la sal, que hace muy difícil que los salineros asuman el costo del equipo e impuestos extra para costear los servicios de salud.

Fuente: Parte de la información en ECOOSFERA, Julio, 2014, México
Feuchter Astiazarán, Fernando Roberto, s/f, RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS AGRÍCOLAS, MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS BAJO RIEGO Y CULTIVOS ALTERNATIVOS - DIEZ ACCIONES PROPUESTAS DE BIOINGENIERÍA SOSTENIBLE, Sonora, México



2015

golfo.bvsde.org.ni